L'Electricien; revue internationale de l'électricité et de ses ...


Dei
Sub Numine
Viget

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 810 7 Juillet 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **MM. H. Dunod** *et* **E. Pinat**, *éditeurs, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, avenue de Saxe, 43, Paris, VIIe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien**, *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DE SES APPLICATIONS

VINGT-SIXIÈME ANNÉE

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité
et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

DEUXIÈME SÉRIE

TOME TRENTE-ET-~~UNIÈME~~ deuxième

JUILLET — DÉCEMBRE 1906

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité
et de ses Applications

STATIONS CENTRALES
DES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES
DE LONDRES

Le chemin de fer Baker Street and Waterloo est la plus nouvelle ligne tubulaire de Londres, mais malheureusement, par suite de ce fait que le réseau n'a été ouvert que par sections et que certaines d'entre elles à chaque extrémité ne sont pas encore achevées, le trafic est loin d'être satisfaisant.

Cette ligne est alimentée par la station centrale de Lot's Road Chelsea qui fournit également l'énergie au chemin de fer *Metropolitan and District* ainsi que dans un avenir prochain à certaines autres lignes souterraines en construction. Comme cette station génératrice contient l'un des ensembles les plus puissants et les plus récents de groupes à turbines qui existent actuellement à Londres, il est certain qu'elle recevra la visite des ingénieurs étrangers qui s'apprêtent à venir en Angleterre étudier les usines et établissements divers d'électricité.

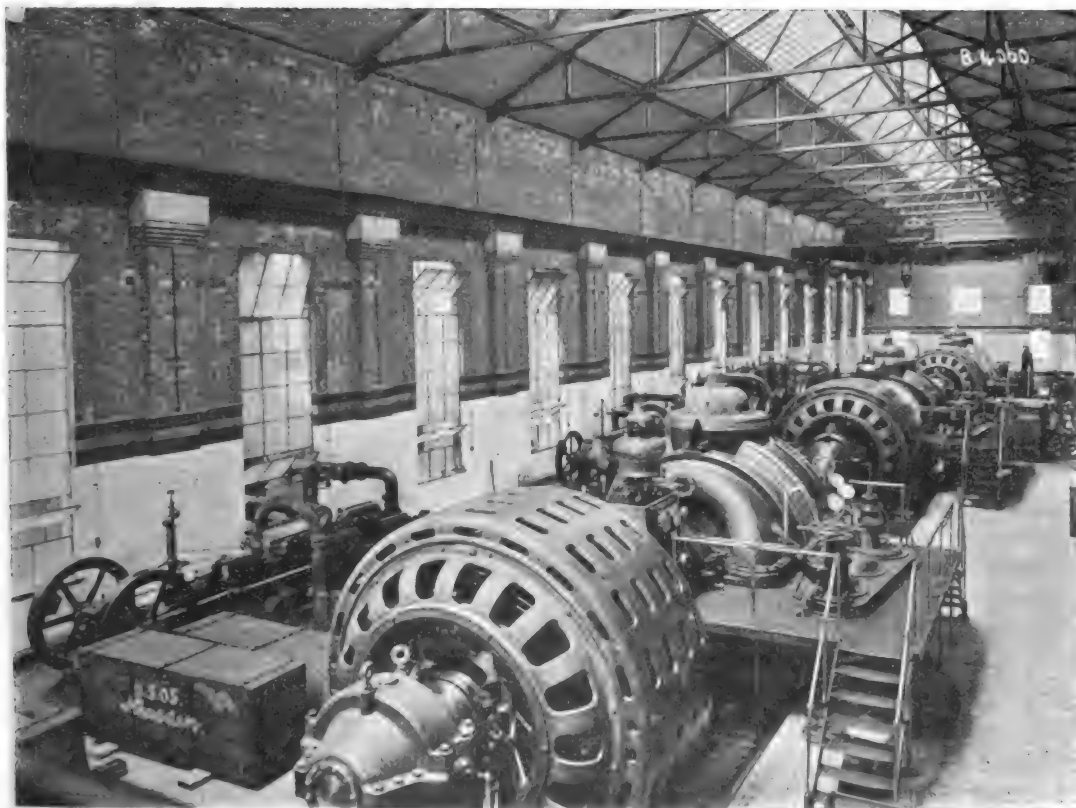


Fig. 1. — Salle des machines de l'usine génératrice de Lot's Road Chelsea.

Lorsque la station de Lot's Road atteindra son maximum de production après achèvement

des nouvelles lignes, elle devra alimenter 24 sous-stations comprenant un total de 70 à 80 convertisseurs d'une puissance de 87 500 kw; elle est très bien située pour l'approvisionnement en combustible, car elle dispose à la fois de la Tamise et d'une ligne de chemin de fer. La salle des machines et celle des chaudières sont placées côte à côte; la seconde comprend plusieurs étages. Au sommet, se trouvent les soutes à charbon, puis viennent deux étages de chaudières et un sous-sol comprenant les pompes et le matériel convoyeur des cendres. Provisoirement le matériel de chaufferie comprendra 80 chaudières, actuellement il y en a 64 d'installées. Elles sont toutes du type Babcok et Wilcox; chacune présente une surface de chauffe de 484 m² et est munie d'un réchauffeur et d'un brûleur mécanique. Ces chaudières sont divisées par groupe de 8, nombre requis pour alimenter chaque turbine à pleine charge. Les économiseurs Green sont au nombre de 20, desquels 12 se composent chacun de 576 tubes et 8 de 289 tubes; ils sont installés derrière les chaudières. Des moteurs électriques entraînent leurs engrenages à grattoirs.

Les 4 cheminées de la station sont établies d'après le principe Custodis; elles mesurent 82,50 m de haut et leur diamètre intérieur à la base est de 5,70 m. Les cendres sont transportées des chaudières à l'extérieur par des chariots remorqués par une locomotive à accumulateurs et courant sur une voie souterraine installée dans les sous-sols; des déchargeurs reprennent ces cendres dans les soutes et les déversent enfin dans les chalands qui les emportent.

Dans la salle des machines se trouvent 10 turbines à vapeur Westinghouse de 7300 ch accouplées directement avec des alternateurs triphasés de 5500 kw. Ces turbines sont à cylindre unique et travaillent à la pression de 11,5 kg par cm² à la vitesse angulaire de 1000 tours par minute. La partie mobile en acier, à laquelle sont fixées les ailettes, présente un diamètre de 1,53 m; elle est reliée à l'inducteur tournant de l'alternateur au moyen d'un accouplement en acier forgé à joint flexible qui permet de rectifier le manque d'alignement des arbres. Les alternateurs fournissent un courant de 289 ampères par phase à la tension de 11 000 volts et à la fréquence 33,3 par seconde. L'inducteur tournant est en acier forgé enroulé de la manière ordinaire et le noyau de l'induit en fer feuilleté est divisé horizontalement en rainures qui reçoivent les enroulements. L'énergie produite dans cette station est actuellement employée principalement à alimenter le chemin de fer des districts et la section en service de la ligne de Baker Street and Waterloo. Les courants triphasés à 11 000 volts sont transformés dans trois sous-stations en courant continu à 600 volts pour la ligne Baker Street. Le matériel roulant comprend 36 voitures motrices et 72 remorquées; chacune des premières est munie de deux moteurs Sprague-Thomson-Houston de 200 ch. Les tunnels mesurent 3,50 m de diamètre et sont distincts pour les voies montante et descendante. Le rail conducteur est extérieur à la voie de roulement et le rail de retour est placé au centre. Les signaux sont du système électro-pneumatique Westinghouse.

Les visiteurs étrangers remarqueront certainement que la ligne tubulaire du Central London n'est pas encore parfaite au point de vue de la ventilation et les appareils installés pour les appels d'air ne remplissent pas suffisamment leur office.

La ligne Baker Street and Waterloo sera-t-elle mieux ventilée? Nous l'espérons, car elle devra bénéficier de l'expérience acquise dans les installations précédentes. Cette ligne comporte six grands ventilateurs aspirants installés en différents points et permettant l'admission de 524 m³ d'air par minute; le passage des trains aide encore à cette circulation. A chacune des onze stations, il y a des ascenseurs électriques pour le service des voyageurs; la ligne est longue de 5 milles et chaque train comporte deux voitures automotrices, l'une à chaque extrémité avec quatre voitures de remorque; ils se suivent à des intervalles de 3 minutes. De nombreux embranchements relient cette ligne avec les autres voies souterraines et on peut espérer que, la ligne étant achevée, le public aura ainsi de grandes facilités de communication entre les points desservis et que les résultats financiers seront enfin meilleurs que ceux qui ont été obtenus pendant les premiers mois du fonctionnement.

On doit se rappeler que lorsque la compagnie du Metropolitan and District Railway se décida à installer à Chelsea une station génératrice pour alimenter son réseau (ou plutôt à lui emprunter l'énergie nécessaire puisqu'elle devait être construite par la compagnie des chemins de fer électriques souterrains), elle s'avisa, au lieu d'adopter cet arrangement, que les deux lignes devraient plutôt avoir leur station génératrice distincte. Cest pourquoi la station de la compagnie Metropolitan fut édifiée à Neasden. Elle est en plusieurs points analogue à celle de

Chelsea, car elles comportent toutes deux des groupes Westinghouse à turbines. On a choisi Neasden à cause des ateliers de construction de locomotives que la compagnie possède en cet endroit et des facilités de transport du charbon. De plus Neasden peut être considéré comme le point central du réseau alimenté. Cette station est cependant plus petite que celle de Chelsea ; elle contient 14 chaudières Babcok et Wilcox présentant une surface de chauffe de 532 m² avec réchauffeurs et brûleurs mécaniques Roney.

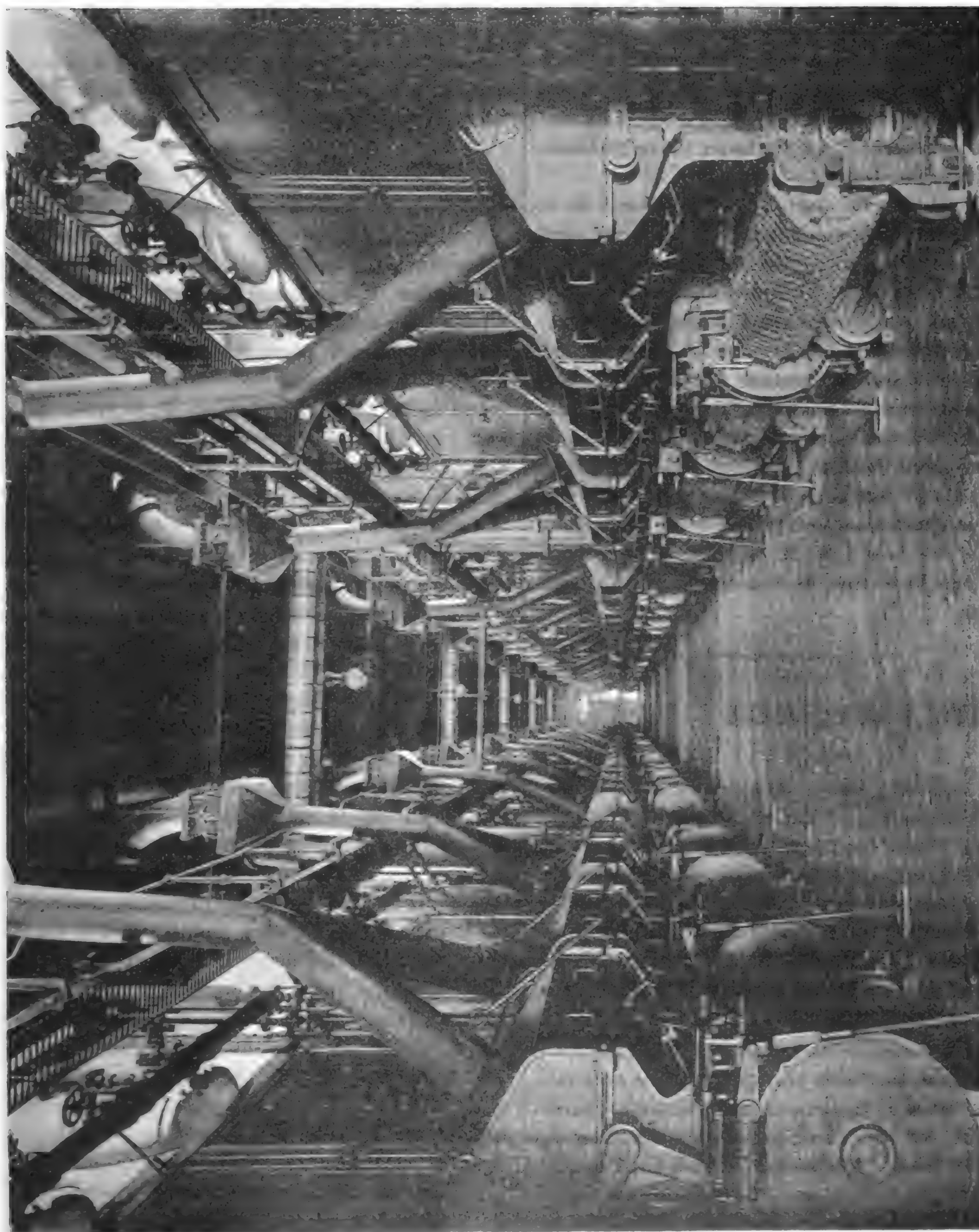


Fig. 2. — Salle des chaudières de l'usine génératrice de Lot's Road Chelsea.

Le charbon puisé dans les wagons au moyen de larges bennes est envoyé dans des concasseurs; il passe de là dans les soutes, puis est distribué aux chaudières à l'aide d'un convoyeur qui sert également à transporter les cendres.

Les groupes générateurs consistent en turbines à vapeur Westinghouse de 5000 ch accouplées à des alternateurs triphasés de 3500 kw ; deux groupes furent d'abord seulement installés,

deux autres y ont été ajoutés; leur vitesse angulaire est de 10 000 tours par minute et ils fournissent 184 ampères par phase à 11 000 volts et à la fréquence 33,3. Les groupes d'excitation se composent de moteurs compound marchant à 275 tours et accouplés à des dynamos à courant continu de 100 kw. Un autre petit groupe de 100 kw fournit du courant triphasé par la commande électrique des appareils auxiliaires. Le matériel de condensation est du type barométrique Alberger; il y a six tours de refroidissement système Donat.

Il a été décidé que, les installations de la compagnie étant complétées, il y aurait neuf sous-stations pour alimenter les différentes sections de la ligne. Quelques-unes sont déjà en service et contiennent deux à trois convertisseurs de 800 kw transformant les courants triphasés en courant continu à 600 volts. Les câbles des circuits primaires à 11 000 volts alimentant les sous-stations ont été fabriqués par la compagnie British Insulated Helsby; la voie présente une longueur de 27 milles.

Nous ajouterons pour terminer que l'ingénieur en chef de Chelsea est M. Chapman et que celui qui dirige la station de Neasden est M. Thomas Parker.

A. H. B.

LAMPE A INCANDESCENCE « KUZEL »

La nouvelle lampe à incandescence à filaments métalliques, que le Dr Hans Kuzel de Vienne a fait breveter, constitue, d'après les chiffres qui nous sont fournis, un réel progrès sur les lampes à filaments métalliques actuellement en usage. Les essais dont nous donnons ci-dessous quelques extraits indiquent une consommation de 1 watt par bougie; alors que la lampe à l'osmium du Dr Auer, que l'on peut considérer comme la meilleure, exige 1,5 watt par bougie. La durée pratique de cette nouvelle lampe semble également satisfaisante, parce que son rendement ne paraît pas diminuer de plus de 10 0/0 au bout de 1000 à 1500 heures d'allumage. A vrai dire, nous ignorons si les valeurs données de la puissance lumineuse se rapportent à la mesure faite dans la direction du maximum ou si, au contraire, ces chiffres représentent la moyenne sphérique ou hémisphérique; cependant, dans le cas le moins favorable, le rendement de la lampe Kuzel serait encore très supérieur à celui des lampes à l'osmium et au tantale.

En somme, la lampe Kuzel serait tout à fait intéressante si les chiffres fournis par les essais de laboratoire sont susceptibles d'être réalisés pratiquement; d'autant que cette lampe peut, paraît-il, fonctionner directement sous 110 volts, comme la lampe au tantale; remarquons toutefois que les essais n'ont porté que sur des lampes de basse tension, ce qui laisse à penser que la lampe à 110 volts est peut-être plus difficile à réaliser ou donne de moins bons résultats.

La fabrication du filament, d'après les données fournies par le brevet, est particulièrement intéressante. La matière première est un métal réfractaire, tel que le platine, le chrome, le manganèse, le vanadium, le tungstène, le molybdène, le tantale, le niobium, etc., dans un état allotropique particulier qu'on a qualifié d'état colloïdal : sous cette forme, en effet, le métal se présente sous l'aspect d'une gelée que l'on peut facilement forcer à travers une filière pour réaliser les filaments. Le procédé indiqué dans le brevet pour obtenir le métal à l'état colloïdal est analogue à celui de Bredig et consiste à faire jaillir l'arc entre deux électrodes du métal choisi placées sous une couche d'eau.

Le métal ainsi obtenu est à l'état de division extrême et peut être filé par suite en fils très fins. Ces fils sont séchés à la température de 60 à 80° pendant quelques minutes et ils acquièrent, alors, une légère conductibilité qu'ils perdent par contre au refroidissement. Aussi on place les filaments au sortir de la filière sous une cloche où le vide a été fait ou bien dans laquelle on fait passer un courant de gaz inerte; on les chauffe à la température que nous venons d'indiquer et dès que le courant peut traverser les filaments, on élève la température à l'aide de ce courant. Le filament subit pendant ce chauffage une notable contraction en même temps qu'une diminution de la résistance spécifique et il présente finalement un aspect cristallin.

Un tel procédé de fabrication paraît devoir donner un filament bien homogène, si les oxydations peuvent être évitées, de même que la combinaison avec le gaz inerte employé; à cette condition, les filaments peuvent aussi être bien comparables comme propriétés physiques, puisqu'il suffit, si l'on part d'une matière bien homogène, que les conditions de séchage et de chauffage initial du filament puissent être reproduites avec facilité et sécurité. On peut peut-être par ce procédé éviter, aussi, les phénomènes de contraction capillaire que l'on observe

avec les fils métalliques étirés, c'est-à-dire fortement récrouis, phénomènes qui sont, comme on sait, une cause de rapide destruction. Peut-être, enfin, le métal qui résulte de ce traitement jouit-il de propriétés physiques particulières. Si le tungstène, qu'on nous dit être le métal utilisé en pratique, donne des résultats comparables à ceux qui figurent aux essais, la lampe Kuzel présenterait encore cet autre intérêt d'employer un corps abondant dans la nature et par suite de bas prix.

LAMPE DE 32 VOLTS; 13,17 BOUGIES; 0,461 AMPÈRE; 1,12 WATT PAR BOUGIE

Durée en heures.	Intensité lumineuse en bougies.	Ampère.	Watt par bougie.	Différence de puissance lumineuse en pour cent.
0	13,17	0,461	1,12	»
98	14,06	0,462	1,05	+ 6,7
218	13,8	0,456	1,05	+ 4,8
314	14,31	0,457	1,02	+ 8,6
434	14.10	0,456	1,03	+ 7 »
578	14,28	0,455	1,02	+ 8,4
753	12,85	0,453	1,13	— 2,5
885	12,03	0,451	1,10	— 9,6
1010	Le filament casse dans la boucle et se ressoude.			
1029	16,72	0,482	0,992	+ 26,9
1167	15,76	0,480	0,975	+ 19,6
1339	16,20	0,479	0,945	+ 22,9
1468	14,97	0,472	1,002	+ 13,6

Le filament casse.

LAMPE DE 30,25 VOLTS; 12,39 BOUGIES; 0,461 AMPÈRE; 1,08 WATT PAR BOUGIE

0	12,39	0,461	1,08	»
314	12,39	0,463	1,13	»
578	12,60	0,463	1,11	+ 1,7
885	12,28	0,462	1,13	— 0,9
1167	12,04	0,461	1,15	— 2,8
1339	12,22	0,459	1,13	— 1,4
1468	11,83	0,456	1,16	— 4,5
1490	Le filament se rompt puis se ressoude.			
1512	13,32	0,473	1,07	+ 7,5
1783	12,43	0,461	1,12	+ 0,4
1975	11,86	0,457	1,16	— 4,3
2215	11,39	0,456	1,21	— 8,7
2574	11,03	0,455	1,24	— 10,9
2881	11,09	0,454	1,23	— 10,5
3313	11,03	0,454	1,23	— 10,9
3537	11,03	0,454	1,23	— 10,9

La lampe continue de brûler.

LAMPE DE 19 VOLTS; 29 BOUGIES; 1,48 AMPÈRE; 0,97 W. PAR BOUGIE

Durée.	Bougies.	Ampère.	Watt par bougies.	Différence de lumière. en pour cent.
0	29	1,48	0,97	
503	28,8	1,48	1,02	— 0,7
1110	26,2	1,49	1,08	— 9,7
1686	25,2	1,48	1,11	— 13,1

Après cet essai, cette lampe est fournie à 60 volts; son filament se rompt, puis se ressoude. La lampe continue de brûler.

LAMPE DE 30 VOLTS; 13,5 BOUGIES; 0,47 AMPÈRE; 1,05 WATT PAR BOUGIE

0	13,5	0,470	1,05	»
467	12,1	0,465	1,11	— 10,4
1460	12,9	0,470	1,09	— 4,4
2188	13,5	0,470	1,05	»
3103	14 »	0,480	1,03	+ 3,7

Lampe brûlant encore.

Durée.	Bougies.	Ampères.	Watts par bougies.	Différence de lumière en pour cent.
LAMPE DE 28,5 VOLTS; 40 BOUGIES; 1,06 AMPÈRE; 0,76 WATT PAR BOUGIE				
0	40 »	1,06	0,76	»
467	35 »	1,06	0,87	— 12,5
850	38 »	1,07	0,81	— 5 »

Filament rompu et ressoudé.

LAMPE DE 19 VOLTS; 24,2 BOUGIES; 1,06 AMPÈRE; 0,83 WATT PAR BOUGIE				
0	24,2	1,06	0,83	»
503	26,5	1,06	0,76	+ 9,5
1110	23,5	1,06	0,86	— 2,9
1686	19 »	1,02	1,02	— 21,5

Lampe brûlant encore.

ESSAI DE SURVOLTAGE D'UNE LAMPE DE 20,2 VOLTS A 1 WATT PAR BOUGIE

Tension en volts.	Bougies.	Ampères.	Watts par bougie.	Différence de lumière en pour cent.
20,2	19,5	0,97	1	»
25,8	50 »	1,14	0,588	+ 156,5
32,7	100 »	1,30	0,425	+ 433,3
34,5	125 »	1,34	0,370	+ 451 »
39 »	180 »	1,44	0,312	+ 823,1
40,6	211 »	1,475	0,283	+ 982 »

A. Bainville.

UNE NOUVELLE SUBSTANCE ISOLANTE, LA "PILITE"

L'*Elettricista* signale, comme présentant des propriétés remarquables, une nouvelle substance isolante spécialement préparée, pour supporter les hautes tensions, par la maison M. Scaramussa et Cie, de Turin. Nous empruntons à notre confrère italien les détails ci-après sur la substance en question, qui a reçu l'appellation de *Pilite* :

On fabrique la pilite en matière rigide ou flexible, selon les usages auxquels on la destine. La pilite rigide est de couleur noire. La flexible, dite *pilite-press-spahn*, reçoit une teinte quelconque, rouge de préférence, avec des épaisseurs variant entre 0,1 mm et 1 mm. Quant à la pilite noire, on lui donne de préférence des épaisseurs plus fortes, de manière à pouvoir la travailler, la tourner, etc.

La pilite est composée exclusivement de matières animales qui se transforment complètement sous l'action des hautes températures employées dans la fabrication : elle demeure, par suite, inerte en présence des agents extérieurs tels que la température, l'humidité, l'huile, etc. Elle ne semble pas inférieure au mica en ce qui concerne la résistance à la perforation ; de plus, elle peut prendre des formes diverses : tubes, lames, etc. On a construit des lames de pilite noire très homogène mesurant 70 × 100 cm et même 100 × 100 cm. La pilite-press-spahn, peut même recevoir jusqu'à des dimensions de 120 × 180 cm. On sait que des lames de mica d'un pareil développement sont presque introuvables et que, en tout cas, elles coûteraient des sommes excessives.

La variation de la résistance à la perforation est peu importante sur un même échantillon de pilite, et pour une épaisseur donnée, elle atteint à peine 10 0/0; par contre, sur une pièce de mica de 0,25 mm d'épaisseur on constate un écart énorme : de 600 à 23 000 volts.

Au cours d'expériences faites avec des échantillons de pilite de 0,33 mm d'épaisseur, on a eu, presque toujours, une résistance à la perforation peu variable et égale à 7140 volts, ce qui équivaut à 21 400 volts pour une épaisseur de 1 mm. La maison Scaramussa a récemment fabriqué un type spécial de pilite à teinte jaune d'une épaisseur de 0,1 mm, qui n'est perforée que par une tension de 4000 volts. Or, comme la résistance à la perforation augmente généralement avec l'épaisseur, on peut garantir qu'une lame de pilite de même espèce, épaisse de 1 mm, résistera à une décharge de plus de 21 400 volts.

Le poids spécifique de la pilite est peu élevé; il varie entre 0,8 et 1,05; de là, une économie notable. En effet, à égalité de poids et de prix, on peut se procurer une quantité de pilite de 4 à 5 fois supérieure à la quantité d'une autre matière isolante.

Des essais de la pilite ont été effectués, à diverses reprises, par le bureau d'essai de l'Association électrotechnique helvétique. C'est ainsi que, dans le courant du mois d'avril 1905, ce bureau a étudié deux échantillons de pilite noire pour déterminer sous quelle tension se produit la

décharge disruptive. L'examen a eu lieu avec du courant alternatif à 50 périodes; les lames de pilite étaient serrées entre deux plaques métalliques ayant chacun une surface de contact de 1 cm²; la température de l'air ambiant était de 11°5 et l'humidité de 50 0/0. Les résultats obtenus dans ces conditions figurent au tableau suivant :

Échantillons.	Épaisseur moyenne en mm.	Tension disruptive en volts.		
		Minimum.	Moyenne.	Maximum.
J_1	0,57	17 900	18 300	18 600
J_2	0,57	17 900	17 600	18 100

La perforation des lames essayées a toujours été accompagnée d'une légère détonation, et elle a été, dans chaque cas, précédée de décharges sur les bords.

Le même bureau s'est encore livré, en décembre 1905, à une autre série d'essais sur trois échantillons de pilite du type rigide; les lames étudiées avaient une surface de 20,5 × 20,5 cm. Alors, à l'état sec, avec un courant alternatif de 50 périodes, une température de 16° C et 46 0/0 d'humidité, on a obtenu les résultats ci-après :

Échantillons.	Épaisseur moyenne en mm.	Valeur moyenne de la tension de décharge en volts.
I.	0,56	13 230
II.	0,55	11 960
III.	0,52	13 460

Ici encore, la décharge disruptive a été précédée d'une décharge sur les bords; le calcul a permis de prévoir que ces échantillons, s'ils avaient reçu une épaisseur de 1 mm, auraient pu supporter jusqu'à 25 900 volts.

La maison Scaramussa sollicite actuellement la délivrance de brevets, pour la protection de son nouveau produit, dans tous les pays d'Europe et d'Amérique.

G.

LES GRUES, LES PONTS ROULANTS
ET LE TELPHÉRAGE AÉRIEN
DANS LES CHANTIERS MARITIMES

Depuis une dizaine d'années environ les chantiers maritimes se sont entièrement transformés et l'adoption de l'énergie électrique a été la cause principale de cette transformation. Ce fut pour obtenir une plus grande homogénéité dans l'organisation et les travaux de ses immenses cités industrielles et aussi la perfection dans le fonctionnement des machines que les directeurs se décidèrent à mettre de côté les anciennes méthodes de commande, eau, vapeur, ou air comprimé et à confier à l'électricité seule, pour ainsi dire, le soin d'actionner les multiples appareils et les innombrables machines-outils que comportent les différents services. De cette adoption et de cette nouvelle organisation, résultaient de nouveaux avantages, les uns immédiats, attendus et espérés, tels que rapidité de travail et économie de main-d'œuvre; d'autres surgirent inopinés et consistèrent principalement dans la disposition générale des chantiers eux-mêmes qui put être modifiée et améliorée d'une manière considérable par suite des changements apportés dans la source d'énergie et la force motrice. C'est ainsi, par exemple, que comme conséquence du transport plus facile des lourdes masses métalliques par les grues et ponts roulants électriques, il a été possible de diminuer l'encombrement du chantier, de doubler les voies de chemin de fer d'arrivage des matériaux, d'établir des rangées de grues de part et d'autre de ces voies à chaque extrémité des bers de construction et d'augmenter encore dans des proportions considérables la rapidité du montage.

Les nouveaux chantiers maritimes de Palerme nous montrent un premier exemple de ces tranformations successives. Ici les voies de chemin de fer desservent les magasins par l'intermédiaire de grues et vont décharger leur contenu de la même manière sur le navire en construction; tout est à découvert. Cette organisation exige un très large espace, mais l'ensemble de ces manutentions étant entièrement obtenu par voie mécanique ne demande qu'un très petit nombre d'hommes; aussi est-il fort économique, mais ne pourrait guère être utilisé dans nos climats pluvieux où il est nécessaire de disposer de magasins fermés et de dépôts couverts. C'est ainsi qu'aux chantiers Vulcan à Vegesack les grues sont massées sur deux rangées à l'entrée des dépôts où pénètrent les voies de chemin de fer dont les trains vont ensuite faire décharger leur contenu par des ponts roulants installés près des bers couverts. Cette installation est plus dispendieuse comme dépenses initiales, mais elle a le grand avantage d'être plus compacte, de nécessiter un espace moins grand et sous beaucoup de rapports de fournir, par suite, un rendement plus élevé.

La manutention des lourdes masses métalli-

ques nécessaires à la contraction d'un navire s'effectue donc toujours maintenant dans le grand chantier maritime à l'aide de grues. La rapidité de montage s'en est accrue d'autant et l'économie réalisée dans la construction d'un paquebot de 6000 tonnes, par exemple, a été de 9 0/0 sur les dépenses totales. Ce chiffre a été relevé en Angleterre par M. Alexandre Murray, et cité par lui à l'Institution of Naval Architects dans un travail qu'il a présenté à ce sujet en août dernier. Dans un autre exemple pris sur deux paquebots de 7000 tonnes, l'un monté à l'aide de treuils et de bigues, l'autre avec des grues électriques, l'économie s'est élevée à 32 0/0.

M. Murray examine alors le type de grues et de ponts roulants qui semble être le plus avantageux et il arrête son choix sur le modèle construit par M. Ludwig Stukenholz et installé aux fixée au sommet de la tour en dessous du bras de la grue.

Le courant est amené aux moteurs par une canalisation souterraine et un frotteur pénétrant dans un caniveau à la manière de celui des tramways. Les résultats donnés par ces machines ont été excellents et l'économie de manutention qui s'est encore accrue de 3 à 4 0/0 ont engagé la compagnie Vulcan à les adopter de préférence aux autres pour leurs chantiers; actuellement, elle en a sept, montées par les diverses grandes maisons de construction d'Allemagne.

Un autre système rapide de manutention se composant de lignes aériennes de telphérage montées au dessus du ber, vient d'être adopté tout récemment par la compagnie Palmer dans ses chantiers de Jarrow-sur-Tyne en Angleterre. La compagnie Palmer Ship building and Iron est l'une des plus anciennes de ces colossales

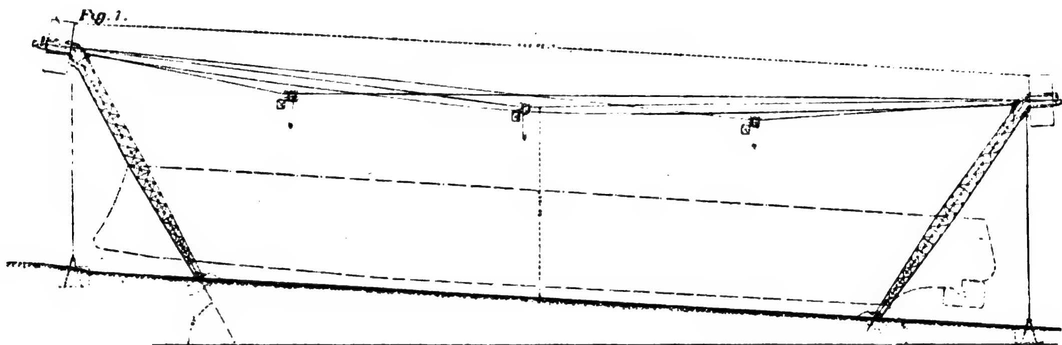


Fig. 1.

chantiers Vulcan à la fin de 1904. Ces deux grues roulantes se composent d'un large chariot en forme d'arche monté sur rails et sur lequel s'élève une tour en croisillons d'acier. Le bras de la grue s'étend horizontal au sommet de la tour qui peut pivoter sur le chariot; ce dernier parcourt une certaine longueur sur la voie qui le supporte. Ces grues au nombre de deux sont installées de chaque côté du ber. Dans l'arche du chariot de roulement, entre les rails de support de la grue qui ont un écartement de 6 m, se trouve une voie desservant les trains qui amènent les matériaux. Ces grues roulantes se déplacent à la vitesse de 60 m à la minute, leur puissance normale de levage est de 6 tonnes à la vitesse de 15 m ou de 3 tonnes à la vitesse de 30 m; leur vitesse de rotation atteint 75 m à la minute et celle de déplacement du chariot de levage le long du bras est de 15 m. Tous ces différents mouvements sont obtenus par des moteurs électriques distincts commandés par un mécanicien installé dans sa cabine vitrée sociétés industrielles privées auxquelles l'Angleterre a recours pour la construction de ses navires de guerre et de ses paquebots. On conçoit dès lors l'innombrable outillage que doivent renfermer ces usines pour créer et lancer par leurs propres moyens ces géants des mers, villes flottantes qui renferment un échantillon de tous les progrès les plus récents de la science et de l'industrie, soit qu'ils aillent pacifiquement sillonner les océans, soit que leurs armes défensives et offensives les destinent à une œuvre de destruction.

Ce fut en 1901 que la Compagnie Palmer substitua la commande électrique à la commande à vapeur de toutes ses machines-outils. Cette transformation s'effectua peu à peu, de manière à ne pas interrompre le fonctionnement des ateliers. On adopta, pour la distribution, les courants alternatifs triphasés, sous 440 volts, qui, sans transformation préalable, alimentent directement les nombreux moteurs électriques; au nombre de 80 pour les chantiers seulement,

sans compter ceux des ateliers, ils varient en puissance de 15 à 50 ch et ont été fournis partie par la Compagnie Westinghouse et partie par la Compagnie Clarke et Chapman.

Parmi les plus récentes installations électriques que l'on peut remarquer dans les chantiers Palmer, il faut citer les transbordeurs aériens que M. Twaddell a signalé dans son travail, présenté à l'Institution of Naval Architects, le 6 avril dernier. Déjà, dans une étude précédente, un autre membre de cette société, M. Fairburn, avait longuement parlé des chantiers américains et, en particulier, des essais du sol, une série de câbles sur lesquels devaient courir librement, sans aucun obstacle, des transbordeurs puissants sur une longueur d'au moins 150 m. Plusieurs maisons de construction, auxquelles le problème fut posé, le déclarèrent insoluble; deux autres plus audacieuses consentirent à examiner le projet, une enfin le réalisa, c'était la compagnie John Henderson. Cet ensemble aérien, comme nos lecteurs peuvent s'en rendre compte, d'après la figure 1 que nous empruntons à notre confrère de Londres *Enginering*, comprend trois câbles porteurs, s'étendant au-dessus de toute la

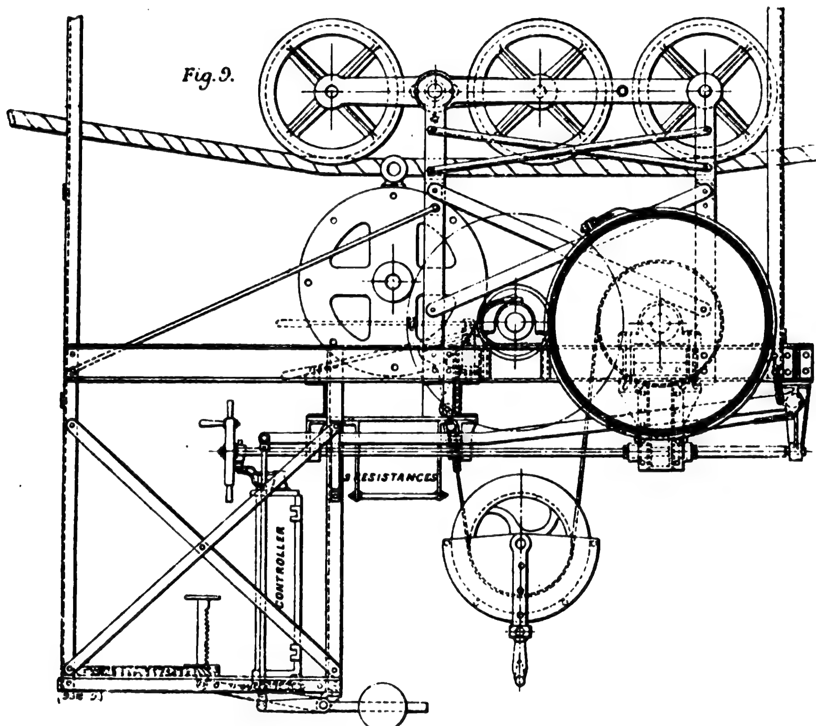


Fig. 2.

de transbordeurs électriques aériens réalisés par la Eastern Shipbuilding C° de New London, Connecticut, mais dans cette dernière application les bigues de soutènement étaient au nombre de trois, de telle sorte que l'intermédiaire constituait une sorte de relais, au centre du ber qui se trouvait ainsi divisé en deux parties. Au contraire, sur les chantiers de la Compagnie Palmers, il n'y a que deux bigues extrêmes et la distance qui les sépare couvre entièrement toute la longueur du ber, au-dessus duquel s'étendent les câbles porteurs et circulent les transbordeurs. Si les avantages de ce hardi procédé de montage étaient nombreux, les difficultés de réalisation étaient en revanche considérables. Il s'agissait de tendre à quelque 30 m au-dessus longueur du ber, sur une distance de 150 m et supportés à chacune de leurs deux extrémités par des chariots correspondants, qui peuvent rouler transversalement sur des voies aériennes, établies à une hauteur de 30 m. Ces voies se trouvent montées, sur la construction métallique qui relie entre eux les deux pylônes d'acier, constituant à chaque extrémité de l'ensemble la ligne de soutènement. Ces gigantesques bigues métalliques larges de 32 m, sont inclinées extérieurement d'un angle de 62° et équilibrées dans cette position d'un côté, par l'effort de tension des câbles porteurs et de l'autre par des câbles d'acier scellés à des blocs fortement bétonnés dans le sol.

Les chariots qui soutiennent les trois câbles

porteurs et qui permettent d'obtenir un déplacement transversal, sont évidemment au nombre de six; ils roulent sur des voies, situées dans le plan vertical et disposées à la partie extérieure de deux ponts métalliques; les deux essieux de chacun de ces chariots sont actionnés, par l'intermédiaire d'engrenages, à l'aide d'un moteur électrique de 12 ch. La marche de ces moteurs est commandée de la cabine du mécanicien installée sur le treuil transbordeur.

Quant aux trois chariots transbordeurs (fig. 2) qui circulent le long des câbles porteurs tendus entre les deux bigues métalliques, ils sont actionnés dans ce mouvement de va et vient par un moteur électrique de 35 ch qui est alimenté au moyen d'un câble conducteur disposé au dessus du câble porteur et d'un trolley à perche très courte. Le chariot étant suspendu sur le câble porteur par un train de trois roues à gorges couplées, il se meut par l'intermédiaire de deux câbles tracteurs qui viennent s'enrouler chacun autour d'un treuil un certain nombre de fois pour prévenir tout glissement inverse. Ces tambours ou treuils peuvent être alternativement embrayés par engrenages à friction avec l'arbre du moteur et provoquer ainsi l'avancement du chariot en avant ou en arrière.

Des freins mécaniques à levier peuvent être appliqués sur les tambours et arrêter instantanément tout mouvement.

Quand au treuil de levage d'une puissance de 3 tonnes, il est également actionné par le même moteur que le mécanicien embraye sur ce treuil au moment voulu. La cabine de ce mécanicien, installée à l'arrière de l'ensemble du transbordeur, comprend deux coupleurs avec résistances dont l'un commande le démarrage et la marche longitudinale du transbordeur, tandis que l'autre agit à la fois sur les deux moteurs des chariots extrêmes correspondants, provoquant le déplacement transversal. Cette commande simultanée s'effectue grâce à deux conducteurs qui aboutissent de part et d'autre aux moteurs des chariots extrêmes. Des coupe-circuits automatiques sont disposés sur chacun des trois conducteurs d'alimentation de manière à agir en cas d'accident. On voit ainsi que tous les mouvements du transbordeur : levage, déplacement longitudinal ou transversal se trouvent réunis dans la main du même mécanicien qui, selon les besoins et les signaux qui lui sont transmis du sol, provoque l'un ou l'autre à volonté.

Les différentes vitesses de déplacement sont les suivantes :

Déplacement longitudinal.	180 m	à la minute.
Déplacement transversal.	7, 50 m	—
Levage trois tonnes . .	30 m	—
Levage une tonne. . .	45 m	—

Bien que le terrain soit en pente, on a disposé la hauteur des bigues métalliques de telle sorte que la déclivité des câbles soit constante avec une flèche d'environ 5,40 m à partir de la tête du ber. De cette manière, comme le chargement du transbordeur s'effectue presque toujours au même endroit, c'est-à-dire à la partie la plus élevée, le transbordeur roule sous le simple effort de son poids vers le point de déchargement et remonte la pente à vide, il en résulte une énorme économie de courant.

Il était de la plus grande importance que les câbles porteurs et tracteurs puissent posséder une solidité à toute épreuve; aussi un soin tout particulier a-t-il été apporté à leur construction. Chacun des câbles porteurs est fabriqué en fils d'acier, et comporte six torons de 19 fils chacun présentant une résistance à la rupture de 12,4 tonnes par cm².

Le succès a si bien répondu aux espérances fondées sur cette installation hardie qu'un fonctionnement ininterrompu de dix mois a été réalisé sans aucun incident et l'on ne prévoit pas de réparations sérieuses avant une période de six années. C'est pourquoi la Compagnie Palmer s'occupe actuellement de monter un autre ensemble de transbordeurs aériens encore plus important comme dimensions et qui couvrira un rectangle de 210 m sur 45 m, soit la superficie moyenne de deux bers qui seront desservis simultanément par un ensemble de quatre treuils. La seule modification admise réside dans le groupement des conducteurs électriques qui seront supportés tous les 25 m environ le long d'un câble d'acier. Un autre avantage des plus appréciables que présente cette nouvelle organisation en plus de l'économie dans la manutention, est la rapidité de montage d'une installation semblable; les travaux peuvent se poursuivre sans interruption, et lorsqu'il s'agit de chantiers maritimes aussi importants que ceux de la compagnie Palmer et d'une nation aussi prodigue en navires que l'Angleterre la question de rapidité prime toutes les autres.

Georges DARY.



ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS

SÉANCE DU 29 MAI 1906.

La séance est ouverte à 1 h. 20, sous la présidence de M. Cance.

Sont présents : MM. Aubry, Augé, Cance, Cance fils, Chartier, Darrieus, Delaux, Delafon, Desgranges, Dary, Faget, De France, Gobert, Grille, Guérin, Guiard, Hérard, Isbert, Laurain, Laffargue, Mazen, Montpellier, Nelson-Uhry, Pellissier, Robert, Robida, Roux, E. Sartiaux, de Valbreuze, Verny, Zetter, Weissmann.

Sont excusés : MM. Guillaume et Schwarberg.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté sans observation.

Sont admis, comme membres titulaires : MM. Belliol (Eugène), de la Maison Belliol et Reiss, constructeurs électriciens, 30, rue des Bons-Enfants, Paris; — Reiss, de la Maison Belliol et Reiss, constructeurs électriciens, 30, rue des Bons-Enfants, Paris; — Parvillée (Louis), constructeur électricien, 67, rue d'Amsterdam, Paris.

Sont présentés, comme membres titulaires : MM. Bainville (A.-H.), ingénieur-conseil, 6, avenue Rochegude, à Nanterre ; — Duval, ingénieur de la Maison Giros et Loucheur, 9, rue Bonaparte, Paris; — Sausse (Henry), ingénieur directeur de la Maison H. Sausse et Cie, 9, avenue Niel, Paris ; — Nouvel (Pierre), ingénieur de la Maison Sausse et Cie, 3, rue Labie, Paris.

Une subvention de 100 francs est accordée à la Fédération nationale des chauffeurs-conducteurs-mécaniciens automobilistes.

M. E. Sartiaux fait connaître qu'à la suite d'une entente intervenue avec le Syndicat des Industries Électriques, le loyer de l'Association a été définitivement fixé à 500 fr par an ; les sommes restant dues à ce jour seront remboursées par annuités de 500 fr.

M. E. Sartiaux résume un Arrêté du Conseil d'Etat, en date du 7 avril 1905, relatif à un accident causé à un particulier par la chute, sur la voie publique, d'un fil téléphonique que les agents de l'Etat avaient mis en contact avec une ligne d'énergie électrique. L'intéressé ayant appelé l'Administration des télégraphes en responsabilité, celle-ci a, de son côté, appelé en garantie la Compagnie à laquelle appartenaient les conducteurs d'énergie.

Ce dernier appel était fondé sur ce que la chute du fil n'aurait été dommageable qu'à raison de son contac avec les installations de la Compagnie ; que cette dernière serait tenue, en vertu d'un arrêt ministériel, de placer des dispositifs de garde pour éviter tout contact de fils téléphoniques avec les conducteurs d'énergie ; que, malgré l'exécution de ses obligations, la Compagnie devait, aux termes du même arrêté, demeurer responsable des accidents causés par l'établissement et l'exploitation de ses installations. Le Conseil d'Etat a rejeté cette demande en garantie, l'Etat étant seul reconnu responsable, le ministre n'établissant pas que la Compagnie ne se soit pas conformée à l'arrêté précité, et, d'autre part, cet arrêté n'ayant pas pour objet de décharger l'Etat des conséquences des fautes commises par ses propres agents.

M. Montpellier fait connaître que le Rapport sur l'Exposition de Liège, dont il est chargé, est sur le point d'être terminé.

La séance est levée à 2 heures.

SOCIÉTÉ FARADAY DE LONDRES

M. H. Law a cherché une électrode avec laquelle la réduction des aldéhydes aromatiques et autres composés réductibles semblables ne puisse pas s'effectuer. Il a essayé le platine comme cathode dans une solution alcoolique acidulée de benzaldéhyde. Au cours de ce travail, il déclare que tout d'abord il a remarqué une énergique réduction, puis l'activité diminue et devient extrêmement petite après douze heures de fonctionnement; la cause de cette réaction lui paraît obscure et être de nature catalytique. M. Julius Vogel a présenté ensuite un travail sur l'électrolyse des sels de zinc dans des cuves chauffées extérieurement ; il exprime l'avis que ce procédé n'est pas encore sûr, bien qu'il offre cependant des possibilités de recevoir des applications commerciales. — A.-H. B.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

M. W. Duddell a récemment parlé de quelques phénomènes intéressants mécaniques et électriques survenant dans la transmission téléphonique de la parole. Il a imaginé un appareil destiné à montrer par des courbes projetées sur un écran, simultanément, les mouvements du diaphragme du transmetteur microphonique, le courant traversant la ligne, celui reçu à l'extrémité et le mouvement du diaphragme récepteur. A l'aide de cet appareil, on peut constater soit la similitude, soit la différence de ces quatre courbes. Dans cette même séance a été présenté un travail de M. A. Russell sur les points morts de l'aiguille d'un galvanomètre, travail qui a soulevé plusieurs objections. — A.-H. B.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

Dans la séance du 9 mai 1906 de son Comité de Mécanique, la Société industrielle de Mulhouse a adopté la création d'un nouveau prix.

« Médaille d'argent pour un appareil ou une installation simple et économique s'adaptant à divers systèmes de chaudières, permettant de brûler diverses qualités de houilles et donnant une économie réelle et surtout une fumivorité presque complète. L'appareil devra avoir fonctionné pendant un an au moins avec plusieurs systèmes de chaudières. »

La séance est ouverte à cinq heures et demie en présence de MM. Daniel Mieg, Aug. Dollfus, Ch. Gœrich, Meunier-Dollfus, Hoffmann, Bindschedler, Venables, Kammerer, Gégauff, Aug. Thierry-Mieg et E. Dollfus.

Se sont excusés : MM. Rémy, J. Reider, C. de Lacroix, Ernest Thierry-Mieg, Muff et Alfred Bœringer.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté sans observations.

M. Izart a fait don à la Société industrielle de son ouvrage intitulé : *Méthodes économiques de combustion des chaudières à vapeur.* Le Comité prie M. Meunier-Dollfus d'examiner ce livre et de résumer son appréciation dans une note, qui sera publiée dans les procès-verbaux du Comité.

Le secrétaire donne lecture des propositions *de la*

Commission du prix Emile Dollfus, qui sont rédigées comme suit :

La Commission du prix Emile Dollfus a examiné les candidatures présentées et vous apporte les propositions suivantes :

M. Schwœrer s'est certainement inspiré, pour créer son surchauffeur, des travaux de Hirn, dont il a, du reste, toujours hautement invoqué le patronage, mais il a réussi à créer le prémier appareil de surchauffe réellement pratique, tant par sa construction que par sa disposition dans la chaudière. Cet appareil s'est énormément répandu dans les dix dernières années, notamment dans la Haute-Alsace, et a procuré aux industriels une notable économie. Dans ces dernières années, de nombreux autres surchauffeurs ont vu le jour, mais c'est certainement celui de M. Schwœrer qui a produit le grand mouvement en faveur de la surchauffe. Votre commission a cependant pensé que la création de M. Schwœrer n'était pas d'un ordre suffisant pour mériter l'intégralité du prix, mais elle vous propose de faire usage de la faculté inscrite dans l'énoncé du prix et de décerner à M. Schwœrer une médaille d'honneur et la moitié du prix.

En ce qui concerne la turbine Brown-Boveri-Parsons, si cette machine n'est pas encore très répandue dans la Haute-Alsace, il y en a cependant deux en fonction depuis quelques années et plusieurs autres en montage. M. Parsons est le créateur de la première turbine à vapeur qui, par ses qualités pratiques, a pu se répandre largement dans l'industrie et c'est grâce à ces longs efforts que ce nouveau mode de production de l'énergie a été mis à la disposition de l'industrie. MM. Brown, Boveri et Cie ont grandement perfectionné la turbine Parsons et l'ont propagée sur le continent. En conséquence, votre commission vous propose d'accorder, conjointement à M. Parsons et à MM. Brown, Boveri et Cie, une médaille d'honneur et l'autre moitié du prix.

Le Comité adopte les conclusions de la commission.

M. Kammerer signale qu'un professeur de Charlottenbourg a trouvé moyen de donner des rayons rouges à la *lampe à mercure* à l'aide d'un sel de zinc; par un mélange avec un sel de sodium l'on peut obtenir également des rayons jaunes dans cette lampe qui, par ces perfectionnements, semble devoir devenir plus pratique.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Accumulateurs.

364 161. — Chemin. — Accumulateur électrique (12 mars 1906).

364 264. — Berglund. — Isolation pour accumulateurs à électrolyte alcalin (15 mars 1906).

Appareillage.

363 917. — Hereng. — Rhéostat (1er fév. 1906).

361 526. — Gourju. — Interrupteur (29 mai 1905).

364 182. — André. — Poids antagoniste pour relais (2 fév. 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

364 301. — Berry. — Interrupteur électrique (16 mars 1906).

Applications diverses.

364 135. — Clerget. — Allumage (3 mars 1906).

364 166. — Canedy. — Bougie d'allumage (13 mars 1906).

364 298. — Sharpe. — Bougie d'allumage (16 mars 1906).

364 232. — Vigreux et Brillé. — Transmission électromagnétique de l'heure (13 mars 1906).

Canalisations.

363 982. — Domon et Meynier. — Protecteur pour lignes électriques aériennes (8 mars 1906).

364 042. — Spitzer. — Poteau (10 mars 1906).

364 306. — Foreman. — Isolateur (16 mars 1906).

361 525. — Gourju. — Montage des fils conducteurs de courants électriques (29 mai 1905).

Eclairage et lampes.

364 111. — Lee. — Lampe à vapeur de mercure (16 fév. 1906).

364 181. — Zirkon Glühlampenwerk, Dr Hollefrund und Ce. — Filaments de lampes à incandescence (30 janv. 1906).

364 205. — Riley et Rowing. — Lampes à arc (6 mars 1906).

364 212. — Carbone. — Lampe à arc (13 mars 1906).

364 283. — Cauderay. — Allumeur-extincteur automatique (15 mars 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

363 931 — Lévy. — Dépolarisation des électrodes (1er mars 1906).

364 349. — Chandon de Briailles. — Nitratation des celluloses (25 janv. 1906).

Electrothermie.

363 937. — Soc. des procédés Gin pour la métallurgie électrique. — Fours électriques à induction (7 mars 1906).

361 515. — De Ferranti. — Soudage électrique (20 déc. 1905).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

363 897. — Schwartz. — Génératrice électrique (6 mars 1906).

361 500. — Schneider et Cie. — Dispositif pour régler la tension et la vitesse des dynamos (23 mai 1905).

364 374. — Ateliers de construction Oerlikon. — Inducteur (17 mars 1906).

Moteurs.

364 175. — Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke. — Démarrage pour alternomoteur (14 mars 1906).

364 178. — Conade. — Servomoteurs (23 janv. 1906).

Piles.

363 957. — Leclanché. — Vase poreux de piles électriques (8 mars 1906).

364 122. — Nicolas et de Malherbe. — Pile électrique (26 février 1906).

Télégraphie.

363 981. — The de Forest Wireless Telegraph Syndicate. — Télégraphie sans fil (8 mars 1906).

364 167. — Poulsen. — Télégraphie sans fil (13 mars 1906).

364 172. — Siemens et Halske. — Commutation pour la production d'un courant alternatif (14 mars 1906).

364 189. — Rignoux. — Appareil pour transmettre à distance les images des objets (10 fév. 1906).

Traction.

361 512. — Soc. d'électricité de Paris. — Suppression de la tension sur une ligne aérienne (26 mai 1905).

364 214. — Vontobel. — Réglage de prise de courant pour véhicules électriques (13 mars 1906).

364 360. — Cie des chemins de fer Nogentais. — Aiguillages et signaux (1er mars 1906).

364 363. — Societa per la Trazione elettrica. — Prise de courant (5 mars 1906).

BIBLIOGRAPHIE

Conférences d'électricité industrielle, par M. A. Beghin, professeur à l'école nationale des arts industriels de Roubaix. — Seconde et troisième année : Mesures électriques, dynamos et moteurs à courant continu. Un volume format 27 × 21 cm, pages 121 à 306, avec figures (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

Ce volume fait suite à la première partie de ce cours, publiée il y a un an environ et contenant les vingt premières leçons de l'enseignement professé par l'auteur à l'école nationale des arts industriels de Roubaix.

Nous rappellerons que la première année de cet utile enseignement est consacrée à l'étude élémentaire des principes théoriques d'électrotechnique et prépare parfaitement les élèves à aborder les matières enseignées dans les deux années suivantes.

Des vingt-cinq conférences qui font l'objet de ce second volume, dix sont uniquement réservées aux mesures électriques et magnétiques industrielles et nous constatons que l'on n'aurait su présenter ce sujet d'une manière plus claire, plus concise et en même temps suffisamment complète. A noter qu'une leçon spéciale traite des principes de métallographie des fers et des aciers.

Les quinze dernières leçons constituent un véritable précis des dynamos et moteurs à courant continu. Tout ce qu'un industriel doit connaître est parfaitement et clairement exposé et permet à celui qui voudra acquérir des connaissances plus étendues en électrotechnique, d'aborder avec fruit l'étude des ouvrages spéciaux.

M. Beghin a parfaitement compris que l'enseignement donné dans une école industrielle doit être, en ce qui concerne les applications de l'électricité, suffisamment complet sans être pourtant trop développé et il a su se tenir dans les limites voulues.

Steam turbine Engineering (*Construction de la turbine à vapeur*), par T. Stevens et H.-M. Hobart. Un volume format 145 × 230 mm de x-814 pages, avec 516 figures et 152 pages. Prix relié : 21 shillings (Londres, Whittaker et Cie, éditeurs, 1906).

Malgré le nombre important de traités sur la turbine à vapeur déjà publiés, ce nouveau livre ne laisse pas de combler une lacune en ce sens qu'il envisage la question sous le point de vue spécial auquel se place nécessairement l'acheteur. En effet, pour ce dernier, les considérations principales sont d'un caractère économique ; elles se rapportent surtout à la consommation de vapeur et aux frais de premier établissement et d'entretien. C'est en s'inspirant de ces considérations particulières que les constructeurs et fabricants, de leur côté, sont parfois enclins à perdre de vue, que MM. Stevens et Hobart ont développé leur étude en lui donnant une ampleur en rapport avec l'importance du sujet. Cette étude ne comprend pas moins de 24 chapitres portant les titres ci-après : I. Introduction; II. Nomenclature; III à XII. Turbines de Laval, Parsons, Curtis, Rateau, Zoelly, Riedler-Stumpf, A. E. G., Hamilton-Holzwarth, Elektra, Union; XIII. Récapitulation des propriétés de la vapeur; XIV. Pouvoir calorifique des combustibles; XV. Résultats typiques quant à l'économie en vapeur dans les machines modernes à piston; XVI. Résultats représentatifs moyens pour les turbines à vapeur et comparaison avec les résultats donnés par les machines à piston; XVII. Pression de la vapeur, surchauffe et vide dans des installations en service; XVIII. Condenseurs; XIX. Fondations; XX. Bâtiments; XXI. Surface de chauffe des chaudières et de surchauffeurs en service; XXII. Exemples d'installations de turbines à vapeur; XXIII. Turbines à vapeur pour la marine; XXIV. Bibliographie (p. 749-778). Une annexe et une table alphabétique des matières terminent cette très complète étude.

The principles of Electric Wave Telegraphy. (*Les principes de la Télégraphie sans fil*), par J.-A. Fleming. Un volume format 22 × 15 cm, de xx-672 pages, avec fig. et planches hors texte. Prix : 24 shillings (Londres, Longmans, Green and Co, éditeurs).

La littérature relative à la télégraphie sans fil est actuellement assez nombreuse et il a été déjà publié plusieurs ouvrages en différentes langues sur ce sujet si important. M. Fleming nous présente aujourd'hui un traité complet dans lequel il a exposé, aussi complètement qu'on pouvait le désirer, la partie théorique aussi bien que la partie pratique.

Cet important travail est divisé en trois parties.

Dans la première, on trouve une étude complète des oscillations électriques. La production des courants de haute fréquence et des oscillations électriques, les méthodes de mesure spécialement applicables à ces courants ainsi que les phénomènes de résonance et d'amortissement des oscillations sont successivement et complètement étudiés.

La deuxième partie constitue un travail des plus intéressants sur les ondes électriques : ondes électriques dans les fils conducteurs, ondes électromagnétiques, dispositifs permettant de déceler et de mesurer les ondes électriques font le sujet des trois chapitres de cette deuxième partie.

La troisième est spécialement consacrée à la télégraphie par ondes hertziennes. Après avoir exposé les différents procédés de télégraphie sans fil mis à l'essai ainsi que les résultats obtenus, l'auteur dans un autre chapitre décrit les travaux de tous ceux qui ont contribué à rendre pratique et à perfectionner ce nouveau

mode de communication à distance. Dans le chapitre IX et dernier, ne comportant pas moins de 90 pages, M. Fleming expose avec grande compétence les principes de la télégraphie par ondes hertziennes, en signalant tout particulièrement les conditions que doivent remplir chacun des appareils utilisés dans une station de transmission et de réception.

Dans l'appendice, nous trouvons le règlement anglais relatif à l'exploitation de la télégraphie sans fil, une liste des livres et des principaux mémoires publiés sur la télégraphie sans fil et, enfin, la nomenclature des brevets d'invention délivrés en Angleterre depuis 1896 jusqu'en 1906 pour perfectionnements apportés à ce système de communication.

La clarté d'exposition, qui caractérise les ouvrages du professeur Fleming, permet à toute personne, ayant des connaissances suffisantes en physique, de lire ce traité avec fruit et intérêt. Du reste l'intelligence du texte est facilitée par de nombreuses figures et les parties théoriques ne comportent que des développements mathématiques faciles à suivre.

Toutefois, il est à remarquer que si M. Fleming a donné de nombreux détails en ce qui concerne les appareils Marconi, il s'est moins étendu sur les travaux des autres inventeurs, notamment des Américains et des Français; il aurait pu également exposer plus complètement les progrès réalisés par les services de la marine et de l'armée anglaises.

De même, il mentionne à peine les travaux de sir Oliver Lodge et ne lui attribue pas toujours l'antériorité des découvertes faites par ce savant qui a été un des premiers pionniers de la télégraphie sans fil.

Personne, en effet, n'ignore aujourd'hui que lorsque Marconi effectua, en 1896, ses premières expériences, on prit soin de cacher soigneusement les moyens qu'il employait. Toutefois, sir Oliver Lodge en Angleterre, M. Tissot en France et M. Ascoli, en Italie, eurent l'intuition qu'il s'agissait d'une application des ondes électriques qui, reconnnues identiques aux ondes lumineuses, pouvaient parfaitement se prêter à l'établissement de communications à distances. Ces savants avaient déjà construit ou construisirent à cette époque des appareils qui leur permettaient de reproduire les expériences de Marconi; l'on reconnut plus tard qu'ils étaient fondés sur le même principe que ceux qu'utilisait le savant italien et cela, sans qu'ils aient eu connaissance des moyens utilisés par ce dernier.

Malgré cette légère critique, qui ne porte que sur des questions d'antériorité, l'ouvrage de M. Fleming constitue un travail très complet exposant l'ensemble de nos connaissances actuelles sur la télégraphie par ondes hertziennes.

J. A. M.

-∞-

Premier congrès international pour l'étude de la radiologie et de l'ionisation tenu à Liège du 12 au 14 septembre 1905. *Comptes rendus.* Un vol., format 26 × 17 cm, de 570 pages, avec fig. et planches. Prix broché : 17,50 fr (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Un premier congrès international pour l'étude de la radiologie et de l'ionisation a été tenu à Liège en septembre 1905. Des communications fort intéressantes y ont été présentées, presque toutes en langue française, quelques-unes en langue anglaise ou en langue allemande. On les trouvera reproduites *in-extenso* dans ce volume qui met au point d'une façon certaine l'état d'avancement des diverses recherches sur le radium, les électrons, les radiations, la radioactivité, l'ionisation, les rayons X, les diverses applications en médecine et en biologie de ces diverses découvertes, etc. La collaboration des savants du monde entier à ce congrès fait de ces comptes-rendus une véritable monographie de la radiologie et de l'ionisation.

-∞-

Lehrbuch der allgemeinen Elektrotechnik für Studierende and technischen Hochschulen und Elektroingenieure (*Manuel d'électrotechnique générale à l'usage des étudiants des hautes écoles techniques et des ingénieurs électriciens*), par K. Zickler. Tome I. Un volume format de 172 × 255 mm de VIII-442 pages avec 338 fig. Prix, broché : 10 mark. (Leipzig et Vienne, Franz Deuticke, éditeur, 1906).

Ce Manuel a été rédigé pour prendre une place intermédiaire, non encore occupée, entre le livre de vulgarisation et les traités purement spéciaux des différentes branches de l'électrotechnique. Il est destiné aux étudiants des écoles supérieures techniques qui doivent, avant de se livrer à une spécialité donnée, acquérir les connaissances préliminaires indispensables en matière d'électricité. M. Zickler se borne donc à traiter, au point de vue des principes, les questions intéressant tous les domaines de la technique des courants industriels, sans entrer dans les détails d'une spécialité quelconque. La première partie du Manuel, la seule jusqu'ici parue, se divise en deux sections. Dans la première l'auteur expose et développe lest héories fondamentales avec les définitions, les lois et les formules principales qui en découlent. L'autre section est consacrée aux appareils et aux méthodes de mesure. Les indications bibliographiques, de nature à permettre au lecteur de poursuivre ses investigations sur une question donnée, en dehors du cadre forcément limité du Manuel, se rencontrent en grand nombre. En outre, dans la section réservée aux mesures, M. Zickler n'a pas négligé d'insérer les figures des instruments et appareils les plus importants.

La seconde partie du même Manuel étudiera, d'une manière générale également, les sources de courant et d'énergie employées dans la technique des courants industriels, les conducteurs, les lampes et les appareils accessoires.

CHRONIQUE

Congrès international de tramways et de chemins de fer d'intérêt local à Milan en 1906.

L'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local, dont le siège est à Bruxelles, s'est mise d'accord avec le gouvernement italien, la municipalité de Milan et son Comité local à Milan, pour fixer aux lundi 17, mardi 18, jeudi 20 et vendredi 21 septembre les séances de son prochain congrès. La journée du mercredi 19 sera, d'après les désirs du comité local, affectée à une excursion sur le Lac Majeur.

Parmi les excursions projetées par le Comité local pour les après-midi des séances et les jours suivants, on peut citer, outre les visites à l'Exposition et à des établissements industriels : les excursions au château de Monza, au Lac Majeur, à la Chartreuse de Pavie, dans le Val Brembana (chemin de fer à courant monophasé), dans la Valteline (chemin de fer à courant triphasé), etc.

-∞-

Affinage du cuivre par électrolyse.

L'affinage électrolytique du cuivre est actuellement appliqué en grand, et tend à l'être de plus en plus, non seulement pour la production du cuivre même, mais aussi pour celle immédiate de certains objets en cuivre : tubes, fils, etc. Pour cette dernière production, on est, plus encore que pour la simple électrolyse du cuivre, amené à augmenter le plus possible la densité du courant du bain, de manière à réduire la masse de ces bains et du matériel employé.

La Société Sherard Cowper Coles, de Londres, vient de réaliser, dans cette voie, et par un procédé très simple, un notable progrès. Le principe, bien connu d'ailleurs (1), de ce procédé est que, si l'on fait tourner, dans le bain électrolytique, au lieu de l'y laisser immobile, la cathode ou électrode négative sur laquelle se dépose le cuivre, ce dépôt se fait beaucoup plus rapidement, et le cuivre obtenu ainsi est très résistant, très net, sans aucune impureté ni nodules. Cette vitesse de rotation, ou plutôt la vitesse circonférentielle à la surface du mandrin-cathode, ne doit pas dépasser une certaine limite, que l'on détermine expérimentalement, par exemple, au moyen d'une cathode conique sur laquelle on fait le dépôt, et qui tourne dans le bain. L'aspect du dépôt, sur ce cône, est d'autant plus net et brillant que l'on s'éloigne du sommet, où la vitesse circonférentielle est presque nulle.

On a pu ainsi fabriquer des tubes et cylindres en cuivre électrolytique avec des courants d'une intensité de plus de 2000 ampères par mètre carré d'électrode, au lieu des 200 ampères actuellement admis comme un maximum, avec des électrodes fixes, dans la grande usine d'Anaconda. La tension est de 0,75 volt. Ce cuivre est très résistant; il supporte, sans étirage aucun, une tension de 27 kilogrammes par millimètre carré, et jusqu'à 53 kilogrammes après laminage; il est absolument pur et homogène.

La fabrication des fils se fait en prenant pour cathode un mandrin strié d'une hélice à filets aigus qui déterminent, dans le cuivre, des sortes de plans de clivage, de sorte qu'il suffit de détacher le commencement d'un fil pour le dérouler d'un bout à l'autre du cylindre.

(1) Procédé Dumoulin.

-∞-

L'éruption du Vésuve et le funiculaire.

Tout dernièrement, dans le numéro du 14 avril, page 229, nous donnions une description détaillée des tramways électriques et du funiculaire qui permettaient aux nombreux touristes d'ascensionner, sans fatigue, les flancs raboteux du Vésuve et d'admirer, de près, son cratère fumant et, de loin, la merveilleuse baie de Naples avec ses multiples villages s'étageant sur les côtes. Cet article signalait en même temps la réfection presque totale de la voie à moitié détruite jadis par des coulées de lave et montrait les dangers qui la menaçaient sans cesse.

Depuis la publication de cet article, et comme nos lecteurs le savent tous, la terrible éruption de février dernier a passé, comme une rafale dévastatrice, ravageant, détruisant et submergeant, sous ses flots de cendres et de laves incandescentes, les villas blanches, la campagne verte. Ils pensent bien que le tramway électrique et le funiculaire n'ont pas été épargnés; les deux dernières sections de la voie ont été abandonnées dès les premiers jours et actuellement elles n'existent plus. Seront-elles de nouveau rétablies? Le professeur Matteucci, l'héroïque directeur de l'Observatoire qui, dans cet horrible chaos, n'a pas voulu abandonner son poste, cependant si périlleux et qui a continué ses observations scientifiques, s'oppose à cette réfection. Il assure que le courant électrique d'alimentation troublait ses travaux et venait influencer ses instruments de mesure surtout pendant l'éruption, alors que les observations devaient être justement précises et intéressantes. C'est pourquoi il manifeste l'intention de s'opposer de toutes ses forces à la reconstruction de la voie électrique. L'intérêt public envisagera certainement la question sous un autre point de vue et l'armée des touristes s'insurgera à coup sûr contre une décision qui, si elle était prise, les priverait d'une des principales attractions d'un voyage en Italie. — G. D.

-∞-

Eclairage des rues.

M. Haydn T. Harrison, dans une communication faite récemment à la section de Manchester de l'*Institution of Electrical Engineers*, étudie les meilleures méthodes pour effectuer la mesure rationnelle de l'éclairage des rues.

Après avoir rappelé les études de M. Trotter sur ce sujet, il préconise l'emploi d'un photomètre à écran incliné à 45° qui permet d'obtenir des mesures plus exactes quand il s'agit de ce genre de mesure où la source lumineuse est nécessairement assez éloignée de l'appareil. Sur l'écran horizontal, on ne reçoit dans ces conditions qu'une quantité de lumière dix fois plus petite, ce qui nécessairement rend la mesure plus difficile et parfois même impossible, quand, par exemple, l'éclairement est trop faible.

M. Harrison est d'avis de limiter les mesures photométriques aux endroits les moins éclairés, étant entendu que les valeurs trouvées ne devront pas être inférieures à celles que l'on aura admises empiriquement une fois pour toutes comme minimum d'éclairement.

D'après l'enquête à laquelle s'est livrée M. Harrison auprès des ingénieurs électriciens et gaziers s'occupant particulièrement de la question d'éclairage des villes et d'après les mesures qu'il a faites lui-même dans différentes villes d'Angleterre, on peut admettre comme minimum les chiffres suivants :

Rues principales. — Minimum d'éclairement : 0,050 candles foot.

Rues écartées. — Minimum d'éclairement : 0,025 candles foot.

Rues suburbaines. — Minimum d'éclairement : 0,005 candles foot.

Toutefois, M. Harrison fait observer que ces valeurs sont un peu faibles. Avec 0,005 candles foot, il est impossible de reconnaître quelqu'un. M. Trotter a basé ses comparaisons sur l'éclairage que donne la pleine

lune par une nuit claire, éclairage qui équivaut à 0,028 candles foot; le minimum admissible ne devrait donc pas être inférieur à 0,015 candles foot par exemple dans aucune rue. — A. B.

Effets de la foudre sur un conducteur creux.

Dans un travail récemment présenté à la Royal Society of new South Noles, M. le professeur Pollock et M. Barraclough étudient les effets des décharges atmosphériques sur des conducteurs creux de paratonnerres. La pièce qui leur a servi d'exemple consiste en un tube de cuivre de 17,5 cm de longueur, 1,8 cm de diamètre intérieur avec des parois de 0,1 cm d'épaisseur; ce tube semblait comme écrasé sous une pression extérieure. Ils pensent que cet écrasement est dû à l'action électrodynamique du courant après que le tube a été amolli par la chaleur développée par la décharge, de telle sorte que sous la simple pression d'une atmosphère le tube se sera affaissé sur lui-même; le courant, en mettant à part ses caractères oscillatoires, d'après les auteurs de ce travail, devait avoir atteint une intensité de 20 000 ampères environ. D'un autre côté, si la matière n'avait pas été amollie par la chaleur, la pression extérieure aurait dû être de 28 kg par cm^2, ce qui ne pourrait être produit que par un courant de 100 000 ampères. Après avoir répété l'expérience sur des tubes semblables, MM. Pollock et Barraclough ont recherché mathématiquement l'action électrodynamique de décharges oscillatoires sur un tube mince; il ressort de leur expérience que la fréquence des oscillations étant de 10^6 par seconde et la pression d'une atmosphère étant équivalente à 10^6 dynes par cm^2 : un courant d'intensité I_0 produira un effet équivalent à celui d'une pression extérieure correspondant à n atmosphère, n étant égal à $\frac{I^2_0}{500 \times 10^6}$, d'où l'on peut tirer facilement la valeur de I_0. — G. D.

Etablissement d'un cadastre des chutes d'eau existant en Autriche.

Suivant l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, le bureau hydrographique central du ministère de l'Intérieur de Vienne a reçu mission de se livrer, relativement aux ressources hydrauliques existantes en Autriche et pouvant servir à l'exploitation des chemins de fer ou à des fins industrielles, aux études et calculs nécessaires pour permettre l'établissement d'un cadastre géneral des nombreuses chutes d'eau dont dispose le pays. Ce cadastre devra en outre comprendre les chutes d'eau déjà industriellement utilisées. — G.

Mesure du potentiel d'explosion dans les décharges électriques.

M. E.-A. Watson a effectué récemment quelques expériences dans le but de déterminer la longueur d'étincelle correspondant à différentes tensions du courant continu et il a décrit à l'Institution des Ingénieurs électriciens de Birmingham une méthode très simple déduite de ces expériences. Le principal caractère de cette méthode est la suppression complète de tout instrument de mesure soumis au potentiel de fonctionnement et, par suite, la simplification du circuit à haute tension. On peut adopter le courant continu aux plus hautes tensions qu'il soit possible de produire, mais non les courants alternatifs. L'application est principalement réservée à la vérification et à l'étalonnage des voltmètres électrostatiques à haute tension ou encore à la détermination des distances explosives. Le conférencier donne une description de l'appareil ainsi que des expériences; le principe général de fonctionnement peut être résumé comme il suit :

Si un condensateur est relié à une source d'énergie électrique à courant continu, un courant traverse ce condensateur et le charge, proportionnellement à sa capacité et à la tension de la distribution. Si un espace d'explosion est ménagé de telle sorte que le condensateur puisse être chargé jusqu'à une certaine tension; à ce moment l'étincelle jaillira, le condensateur se déchargera puis se rechargera automatiquement, se déchargera et ainsi de suite, aussi longtemps que subsisteront les connexions. On note le nombre des étincelles par seconde ainsi que l'intensité du courant traversant le condensateur; si cette intensité est divisée par le nombre d'étincelles par seconde, on obtiendra par étincelle la quantité exprimée en coulombs. Divisant ensuite ce nombre par la capacité du condensateur, on aura la différence de potentiel à laquelle la décharge a lieu ou le potentiel auquel l'air est traversé. — A.-H. B.

CORRESPONDANCE

A Monsieur J.-A. Montpellier,
43, avenue de Saxe, Paris.

Monsieur,

Nous lisons dans l'*Electricien* du 9 juin, n° 806, page 366, que la Cie Edison, de Chicago, aurait innové, en employant dans ses lampes à vase clos, des charbons de petit diamètre.

« Nous nous permettrons simplement d'ajouter qu'en « 1901 nous avons mis sur le marché notre lampe type « M qui, précisément, a pour but de faire bénéficier de « l'augmentation de rendement due à la diminution du « diamètre des charbons et qu'avec cette lampe on « obtient les rendements suivants :

« 1° 1,06 watt par bougie hémisphérique inférieure, à « l'allumage avec le globe propre;

« 2° 1,02 watt à la fin de la combustion des charbons, « le globe n'ayant pas été touché pendant toute la com- « bustion. »

Du reste, les lampes Lilliput, qui ont été mises sur le marché il y a quelque quatre ans, et les lampes similaires que tout le monde fait à l'heure actuelle, utilisent des charbons de 5 mm de diamètre pour une intensité de 2 ampères, soit une section de 10 mm^2 par ampère, section plus faible que celle qu'emploie la Cie Edison (15 mm^2 par ampère).

Nous vous prions donc de vouloir bien faire connaître ces résultats à vos lecteurs qui, par comparaison, pourraient déduire que nos lampes étant en vase clos donnent des résultats aussi déplorables.

Avec nos remerciements, veuillez agréer, Monsieur, nos empressées salutations.

LE DIRECTEUR
DE LA COMPAGNIE DES LAMPES A ARC JANDUS.

Le Propriétaire-Gérant : L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 811 14 Juillet 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (Janvier-Juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

NOUVELLE FORME
DES FOURS ÉLECTRIQUES A INDUCTION

Par M. Gin (1).

Dans les fours à induction, il est difficile, par suite de la faible conductibilité calorifique et de la lenteur de diffusion des corps fondus, de réaliser une répartition uniforme du chauffage et des réactions.

On obtient une action notablement plus parfaite par une circulation continue des matières fondues qui produit un mélange de toutes leurs parties et renouvelle sans cesse les surfaces de contact avec les corps réagissants, gazeux, liquides ou solides.

On réalise cette circulation en constituant le creuset-canal par une suite de canaux découverts, dont le fond est incliné dans le sens longitudinal, et en réunissant ces canaux par des conduits, fermés latéralement, qui mettent en communication l'extrémité profonde de chaque canal avec l'origine moins profonde du canal suivant.

Fig 1

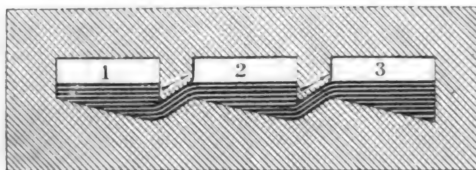


Fig 2

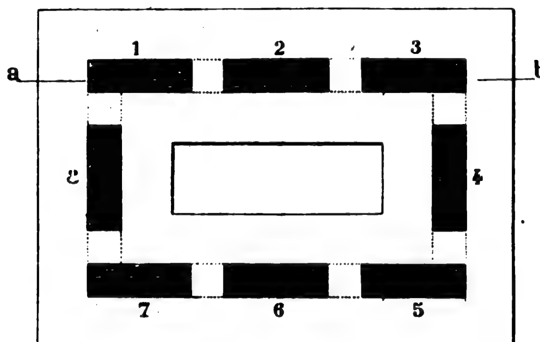


Fig 3

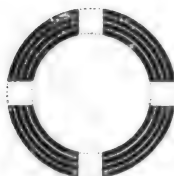
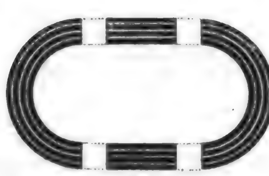


Fig 4



L'effet Joule variant en raison inverse des sections, la masse fondue la moins chaude se rassemble dans la partie profonde des canaux découverts. Comme les masses liquides, qui communiquent par l'intermédiaire des conduits fermés, ont des densités différentes par suite de l'écart des températures, il se produit un mouvement ascensionnel des molécules liquides dans les conduits fermés, déplacement qui est encore renforcé par le chauffage dans le conduit même. Par raison de continuité, une circulation générale et continue s'établit dans toute la masse fondue remplissant les canaux.

(1) Communication faite au VIe congrès international de chimie appliquée tenu à Rome (mai 1906).

Les figures 1 et 2 montrent schématiquement un creuset de four à induction, affectant une forme rectangulaire et formé de huit canaux découverts reliés par un même nombre de conduits fermés. La figure 1 est une coupe verticale suivant *ab*, indiquant la disposition des canaux 1, 2, 3, et des conduits fermés entre 1 et 2 et entre 2 et 3.

Pour la compréhension du dessin et la simplification des figures, on n'a pas représenté les communications entre 3 et 4 ni entre 8 et 1, et l'on a négligé de montrer le système inducteur qui est indépendant des dispositions proposées et qui fait maintenant partie de la technique courante.

Les figures 3 et 4 représentent deux variantes à 4 canaux découverts, reliés par 4 conduits fermés.

Il est facile de concevoir un grand nombre d'autres variantes fondées sur le même principe.

On peut observer qu'il a été proposé des fours dans lesquels le chauffage électrique s'exerce par une combinaison de conduits fermés et de cuvettes ou bassins découverts, mais ces dispositions ne peuvent être confondues avec la présente.

Dans mon brevet français n° 3550, pris en addition au brevet 342 101, j'ai revendiqué une suite de canaux fermés et de cuvettes, dans lesquels la circulation des matières fondues n'est ni continue ni automatique; elle ne se produit qu'au moment de la coulée et ne peut être réalisée par les moyens que je viens d'exposer, puisque le circuit n'est pas fermé.

Dans un brevet Schneider, le chauffage par courant induit est localisé dans un système tubulaire de faible section et de grande résistance, entouré par un circuit électromagnétique inducteur. L'existence du noyau inducteur exige

d'abord que le système tubulaire soit extérieur au four proprement dit. Ensuite, il est visible que la circulation des matières fondues est limitée à ces tubes extérieurs, et qu'elle vient s'éteindre dans le bassin du four en tourbillonnements dont l'amplitude ne sort pas de la région immédiatement voisine des orifices tubulaires. Il s'ensuit que la masse fondue ne peut participer tout entière à la circulation et qu'il est bien difficile de réaliser un chauffage homogène, à moins de multiplier les tubes de chauffage sur tout le contour du bassin. Mais, comme chacun de ces tubes exige un inducteur, il en résulterait une grande complication de construction.

Avec la disposition que je viens de décrire, un seul inducteur suffit pour tout le circuit.

Il est bien entendu que le résultat technique est indépendant des formes et dispositions adoptées pour le système inducteur, qui peut être quelconque. Il en est de même pour le nombre, les formes et dispositions respectives des canaux qui peuvent être plus simples encore que celles qui sont figurées sur le dessin et qui peuvent s'adapter aux conditions particulières des applications que l'on a en vue.

UTILISATION DES GAZ
DE HAUTS-FOURNEAUX

Depuis quelques années, il a été réalisé de grands progrès dans l'utilisation des gaz de hauts-fourneaux pour produire la force motrice nécessaire aux établissements industriels métallurgiques, ainsi que pour la distribution de l'excédent de force, sous forme d'énergie électrique, dans les régions avoisinantes.

L'emploi des moteurs à gaz de grande puissance a permis de récupérer dans d'excellentes conditions de rendement l'énergie des gaz de fourneaux ; par comparaison avec le rendement obtenu en passant par l'intermédiaire de la vapeur, les résultats de la combustion directe des gaz dans le moteur ont paru très supérieurs ; les anciennes installations de chaudières chauffées au gaz étaient, en effet, assez peu perfectionnées et, de plus, la vapeur étant distribuée sur de grandes étendues par des conduites donnant lieu à des pertes très considérables, il en résultait une diminution importante de la puissance utilisable.

Actuellement, l'emploi de l'électricité, en permettant de distribuer la force produite par les moteurs à gaz, a rendu leur application possible, grâce à cet intermédiaire, pour d'autres usages que pour les machines soufflantes ; mais la distribution électrique de l'énergie permet également de tirer un meilleur parti de la vapeur en faisant disparaître l'une des principales causes de pertes, la condensation dans les conduites.

Il est donc intéressant de chercher à déterminer quelles sont les conditions relatives d'économie de ces deux moyens d'utilisation de l'énergie des gaz, l'un par combustion directe dans le moteur, l'autre par combustion dans les chaudières alimentant des moteurs à vapeur.

Cette notice a pour but de procéder à cette comparaison.

Nous admettrons, par exemple, qu'après prélèvement des gaz nécessaires aux machines soufflantes, on dispose de 13 000 m³ de gaz par heure, et qu'il s'agisse d'obtenir, soit par combustion directe, soit par l'intermédiaire de la vapeur, la même puissance disponible dans une station centrale d'électricité.

Notre comparaison se rapportera donc, dans les deux cas, au prix de revient du kilowatt-heure produit dans des stations centrales de puissance égale, les conditions d'utilisation de l'énergie restant les mêmes.

Le rendement provenant de l'intermédiaire de la vapeur étant plus bas que celui obtenu par les moteurs à gaz de fourneaux, nous devrons prévoir un complément de production de vapeur au moyen de chaudières chauffées au charbon. Nous verrons tout à l'heure quelle sera l'influence de cette obligation dans le prix de revient.

Etablissons d'abord les devis d'installation dans les deux cas.

Dans le cas des moteurs à gaz, nous pouvons admettre que la puissance calorifique des gaz étant de 900 calories par cheval, nos 13 000 m³ de gaz permettront de produire une puissance disponible de 3000 kw, nécessitant des moteurs d'environ 4500 ch au total. Nous prévoirons des unités de 1500 ch ; la marche normale en absorbera 3 ; il convient de prévoir une réserve plus large en moteurs à gaz qu'en matière de moteurs à vapeur, à cause de l'importance de l'entretien des moteurs à combustion interne ; dans plusieurs usines que nous avons visitées, la réserve se composait de 2 unités dont l'une était disponible pour parer aux accidents pouvant survenir à l'une des unités en marche, la seconde unité de réserve étant en réparation ou en démontage d'entretien.

Nous n'irons cependant pas aussi loin, pour ne pas trop désavantager le moteur à gaz dans cette comparaison et notre devis sera établi en prévoyant 4 unités de 1500 ch.

Dans le cas de la vapeur, nous devons, pour nous mettre dans de bonnes conditions modernes, prévoir l'emploi de turbines à vapeur permettant la surchauffe à 280°. Si nous admettons que la chaufferie soit, en outre, munie d'économiseurs chauffant l'eau d'alimentation à 130° et que les

chaudières produisent la vapeur à 10 kg de pression et à la température de 310°, la vaporisation d'un kg de vapeur représentera 593 calories par kg d'eau. La température prévue de l'eau à la sortie de l'économiseur correspondant à un rendement de chaudière d'environ 0,7, nos 13 000 m³ de gaz à 900 calories produiront environ 13 800 kg de vapeur.

D'autre part, les turbines à vapeur, accouplées avec leurs générateurs électriques, absorberont environ 7,2 kg de vapeur par kilowatt, de sorte que, pour obtenir la même puissance que dans le cas des moteurs à gaz, nous devrons disposer de 21 600 kg de vapeur; la combustion des gaz en donnant 13 800, il manque 7800 kg de vapeur à produire au moyen de chaudières chauffées au charbon.

Installation par moteur à gaz.

Il existe de nombreux types de moteurs à gaz se prêtant au genre d'installation que nous avons en vue, et comme le but de cette note n'est pas de choisir le type le mieux approprié, les chiffres que nous admettons représentent en quelque sorte la moyenne de différentes offres qui ont été faites. Nous avons cependant pu poser une base uniforme qui est celle de la vitesse angulaire. La distribution de l'énergie par l'électricité ne se concevrait guère en effet dans une pareille installation, autrement que par l'emploi des courants triphasés à la fréquence habituelle de 50 périodes. Nous avons donc choisi une vitesse conforme à cette exigence et comme, d'autre part, des moteurs de 1500 ch entraînent des masses considérables en mouvement, il nous a paru sage de rester au-dessous de 100 tours par minute.

Le devis d'installation peut s'établir comme suit :

4 moteurs à gaz de 1500 ch effectifs à la vitesse de 94 tours par minute, avec pièces de fondation, volant donnant un coefficient d'irrégularité de 1/150, et vireur.	960 000
Tuyauteries.	28 000
4 alternateurs triphasés capables de produire 1000 kw chacun à la vitesse de 94 tours par minute, avec amortisseurs, un palier, arbre et pièces de fondation.	200 000
Bâtiments : environ 1500 m². . . .	75 000
2 ponts roulants de 15 tonnes. . . .	12 000
Fondations.	17 000
Epuration des gaz.	20 000
Divers et imprévus.	38 000
Total.	1 350 000

Les chiffres ci-dessus sont évidemment approximatifs pour certains articles des dépenses qui ne peuvent pas être fixés d'une façon absolument définitive et dont l'importance varie avec les conditions locales. Cependant, ces chiffres ont été établis autant que possible de manière à éviter toute exagération.

Installation à vapeur.

Chaudières à vapeur :	
3 chaudières de 215 m², chauffées au charbon; 3 surchauffeurs; 1 réchauffeur; 3 chaudières de 295 m² chauffées aux gaz; 3 surchauffeurs; 1 réchauffeur.	139 350
Pompes alimentaires et accessoires de chaufferie.	15 000
Machines :	
3 turbo-générateurs dont deux en marche et un en réserve, capables de produire chacun une puissance de 1500 kw en courant triphasé, avec condenseurs à surface et tous accessoires.	705 000
Tuyauteries.	25 000
Bâtiments :	
450 m², machines / 600 m², chaufferie }	36 000
1 pont roulant de 15 tonnes.	6 000
Fondations.	20 000
Divers.	53 650
Total.	1 000 000

Dans ce qui précède, nous avons admis l'emploi d'unités plus puissantes que pour les moteurs à gaz parce que le type de turbine de 1500 kw est absolument usuel et qu'un très grand nombre de ces groupes en fonctionnement ont donné des résultats très satisfaisants.

Il ne serait plus à conseiller dans une installation de pareille importance de recourir aux moteurs à piston qui ne sont guère plus économiques ni d'installation, ni de fonctionnement.

On voit déjà que la dépense d'installation est un peu plus forte dans le cas des moteurs à gaz que dans le cas de la vapeur, bien que nous n'ayons prévu qu'une unité de réserve à gaz sur quatre, tandis que pour la vapeur nous avons une unité de réserve sur trois. Malgré cette différence de prix, l'installation à vapeur présente donc un avantage de sécurité dont il faut tenir compte, car il est incontestable que pour mettre les deux installations en parallèle au point de vue de la sécurité, la réserve devrait être plus forte avec les moteurs à gaz qu'avec les turbines à vapeur.

Examinons maintenant quel sera le prix de revient du kw-heure dans ces deux types d'installation.

Amortissements et intérêts :

Ce facteur est très important et mérite d'être traité avec une grande attention.

Il s'agit d'une installation industrielle. Il n'est donc pas question d'amortir le matériel par une annuité correspondant à sa durée, mais de procéder à un amortissement aussi rapide que possible pour rester dans les conditions d'une sage administration. Le bénéfice à résulter de la substitution de la force motrice électrique aux anciennes installations à vapeur, dans un établissement métallurgique, est d'ailleurs tellement important qu'il faut avant tout amortir très rapidement les grandes immobilisations résultant de cette transformation.

Pour un outillage semblable, le taux minimum d'amortissement et d'intérêt nous paraît être de 15 0/0. En outre, sans encourir le reproche de désavantager le moteur à gaz, il faut cependant admettre que celui-ci étant moins durable que le moteur à vapeur, beaucoup moins perfectionné, et beaucoup plus perfectible, il ne serait pas logique d'adopter le même taux d'amortissement pour ces deux types d'engins, dont l'un peut tout au moins être d'une construction démodée dans peu d'années; cette observation ne vise pas uniquement l'usure plus rapide due au fait que les matériaux employés sont soumis à des conditions de travail et de température autrement destructives dans le moteur à gaz que dans la turbine à vapeur, mais également l'obligation pour tout industriel soucieux de ses intérêts de remplacer graduellement les machines qui ne sont plus à la hauteur des perfectionnements modernes, obligation qui viendra bien plus vite pour le moteur à gaz, si l'on en juge par tous les nouveaux perfectionnements en cours et à l'étude.

Pour tenir compte de cet état de choses nous admettrons un supplément d'amortissement de 5 0/0 dans le cas des moteurs à gaz.

En comptant sur 6000 heures de travail par an, les frais d'amortissement représenteront dans les deux cas les chiffres suivants par heure de travail :

Gaz : 45 fr par heure.

Vapeur : 25 fr par heure.

Frais d'exploitation :

PLEINE CHARGE

Nous commençons par établir les frais d'exploitation pour la pleine charge, et ensuite pour une charge plus faible, parce que certains de ces frais sont variables, et que, par conséquent, il est bon de se rendre compte de l'influence de la variation de la charge sur la dépense.

Dans le cas des moteurs à gaz, le personnel se composera de deux équipes, l'une de jour, l'autre de nuit, de 7 hommes chacune, payés à un salaire moyen de 3,50 fr par 12 heures. Nous devons admettre, en plus des 300 jours de travail utile, environ 40 journées de travaux supplémentaires d'entretien et de réparations.

La somme totale des salaires ainsi payée doit être répartie sur 6000 heures de travail utile, ce qui représente par heure 2,775 fr.

La consommation d'huile des moteurs à gaz est assez considérable; si les garanties sont quelquefois inférieures, la consommation pratique moyenne ne descend guère en dessous de 1,25 gr par cheval-heure effectif de force nominale. Nos 4500 ch de moteurs consommeront donc par heure 5,625 kg à 0,6 fr, soit par heure 3,375 fr.

Si nous faisons le total des frais d'amortissement d'intérêt et d'exploitation dans le cas de la pleine charge, avec les moteurs à gaz nous trouvons ainsi :

45,00 + 2,775 + 3,375 = 51,15 fr par heure.

Le prix du kilowatt ressort ainsi à 1,705 centime par heure.

Dans le cas de la vapeur, le personnel est sensiblement moins important. Deux équipes de 2 hommes chacune suffisent amplement à la conduite et à l'entretien de 2 turbo-générateurs; en supposant que ces hommes soient payés à raison de 3,50 fr, et qu'ils travaillent également pendant 340 journées par an, la dépense répartie sur 6000 heures de travail utile de la station centrale, représente par heure 0,793 fr.

La conduite des chaudières à gaz peut se faire aisément par un homme; celle des chaudières qui consomment environ 975 kg de charbon par heure ne nécessite pas plus de 2 hommes, soit au total 3 hommes comptés à 3 fr; le salaire de deux équipes pendant 340 journées, réparti sur 6000 heures de travail représente par heure 1,02 fr.

Le total des frais de personnel est ainsi de 1,813 fr par heure.

La consommation d'huile des turbo-générateurs est presque nulle, étant donné le graissage par circulation, le petit nombre de pièces en mouvement, leur faible poids et l'absence de pièces à mouvement alternatif; nous pouvons cependant admettre que la consommation résultant des déchets au filtrage et des pertes atteindra un 1/2 kg par heure, soit 0,30 fr.

Par contre, quand l'usine marchera à pleine charge, les chaudières chauffées au charbon consommeront environ 975 kg de combustible, en admettant une vaporisation de 8 kg d'eau par kg de combustible. Si le charbon est payé 12 fr la tonne, la consommation correspondante par heure de travail sera de 11, 70 fr.

Si nous faisons le total des amortissements et intérêts ainsi que des frais d'exploitation, dans le cas de la vapeur, pour la marche en pleine charge, nous trouvons :

25,000 + 1,813 + 0,300 + 11,700 = 38,813 fr par heure.

Le prix du kw-heure ressort ainsi à 1,294 centime.

Nous voyons donc qu'en tenant compte des divers éléments qui précèdent, le prix du kw-heure est d'environ 23 0/0 supérieur avec le

moteur à gaz par rapport à l'installation à vapeur, pour la marche en pleine charge.

Il est intéressant de faire la même comparaison pour une charge inférieure à la puissance normale.

CHARGE RÉDUITE

En pratique, la charge moyenne résulte de fluctuations importantes dans le débit de la station centrale.

Etant donné que, dans le cas de la vapeur, la marche à pleine charge entraîne une consommation de charbon qui croît avec la charge, nous pouvons prendre comme second terme de comparaison la charge correspondant à la production de vapeur obtenue par les gaz seuls.

Cette production de vapeur étant de 13 800 kg par heure, elle correspond à une puissance débitée de 1900 kw, soit environ les 2/3 de la puissance normale. La comparaison sera d'autant plus juste, que pratiquement c'est entre les 2/3 de la charge et la charge normale que varie en général la moyenne du débit d'une station centrale industrielle.

Pour cette charge d'environ 2/3, les dépenses seront les suivantes :

Moteurs à gaz : 2 moteurs sont en marche sur 3; on peut donc admettre que les frais de personnel, d'huile, etc., se réduiront d'un tiers, ce qui les ramène par heure à 4,10 fr.

En ajoutant les amortissements et l'intérêt, soit 45 fr, nous arrivons à un total de 49,10 fr pour 1900 kw-heure produits, soit 2,53 centimes par kw-heure.

Vapeur : 2 turbines fonctionneront aux 2/3 de leur charge environ; il résulte des courbes de consommation relevées sur des turbines de même puissance que la consommation de 7,2 kg de vapeur par kw-heure se maintient sensiblement aux 2/3 de la charge; nous n'aurons donc pas à prévoir de consommation de combustible.

Les dépenses de personnel seront diminuées de deux chauffeurs, soit environ 1/3 du salaire payé, ce qui les ramène par heure à 1,21 fr. La consommation d'huile étant supposée réduite dans la même proportion, elle sera par heure de 0,20 fr.

En ajoutant les amortissements et l'intérêt, comme précédemment, à raison de 25 fr par heure, la dépense horaire totale est de 26,41 fr, ce qui fait ressortir le kw-heure à 1,39 centime par kw-heure.

Nous pouvons admettre, comme moyenne de la dépense, les moyennes des chiffres précédents entre les 2/3 et les 3/3 de la charge, soit pour le gaz, 2,1425 centimes par kw-heure, et pour la vapeur 1,342 centime, soit un écart de 0,8005 centimes en faveur de la vapeur.

La conclusion à tirer de cette comparaison est donc que, dans l'état actuel des choses, le prix de revient du kw obtenu par le moteur à gaz est supérieur d'environ 60 0/0 au prix de revient du kw-heure obtenu par l'intermédiaire de la vapeur.

Si l'on compte sur une production annuelle de 2000 kw pendant 6000 heures; soit 12 000 000 de kw-heure, l'économie est de 96 000 fr par an en faveur de la vapeur, soit 9,6 0/0 du capital immobilisé.

Il ne faut cependant pas tirer de ces chiffres une conclusion absolue, car ils n'ont que la valeur relative résultant de la comparaison de deux systèmes qui, nous le répétons, n'ont pas atteint le même degré de perfectionnement au point de vue de la fabrication, tant par les matériaux employés que par la disposition des organes; il est possible que de véritables transformations se produisent dans les moteurs à combustion interne; l'étude des turbines à gaz fait entrevoir des solutions très intéressantes, mais pour celles-ci il est permis de se demander également si les énormes températures atteintes dans les tuyères et les aubages des turbines ne nécessiteront pas, pour leur construction, des matériaux spéciaux qui ne sont pas encore du domaine de la pratique courante.

Dans l'état actuel de la question, si le rendement du moteur à combustion interne est incontestablement supérieur à celui des meilleurs moteurs à vapeur, il n'en est pas moins possible que dans beaucoup de cas, comme celui qui précède, les prévisions d'une sage administration déterminent un excédent de dépenses sensible, au détriment du moteur à gaz actuel, lorsqu'il s'agit d'utiliser des gaz à faible puissance calorifique comme ceux des fourneaux.

Il ne faut pas non plus perdre de vue que l'installation de chaudières, notamment les chaudières supplémentaires chauffées au charbon, donne à la station centrale d'une usine métallurgique une très grande souplesse en rapport avec les besoins variables de cette industrie, et à laquelle le moteur à combustion interne ne pourrait pas arriver; qu'en outre les turbo-générateurs constituent des engins excessivement simples, d'un entretien très facile, qui ne peut être comparé avec les soins attentifs qu'exigent actuellement les moteurs à combustion interne de grande puissance.

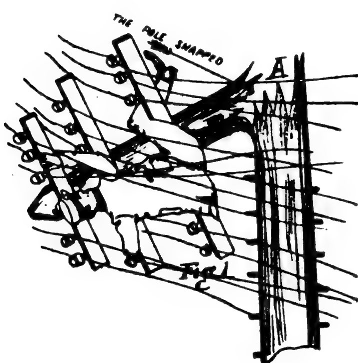
Au double point de vue de l'économie et de la simplicité, il ne semble donc pas encore que la préférence puisse s'attacher à un autre système que la vapeur, sauf, bien entendu, dans des cas exceptionnels qui ne répondraient pas au programme de l'étude sommaire qui vient d'être faite.

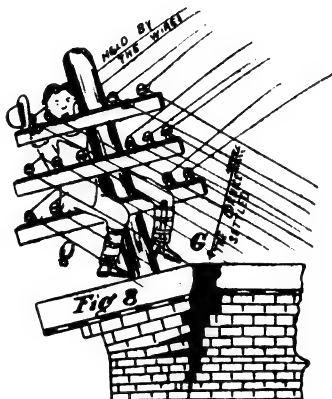
W. DIERMAN.

PÉRILLEUX TRAVAUX
DU MONTEUR ÉLECTRICIEN

Nous voulons parler spécialement des surveillants des lignes aériennes et si quelqu'un,

avec juste raison et un affreux calembour, doit être nommé monteur, c'est celui qui doit *monter* aux poteaux de support des lignes, escalader les toitures et faire l'équilibriste sans balancier le long des corniches qui servent quelquefois de soutien aux consoles des canalisations aériennes. Les Anglais et les Américains possèdent le mot *lineman*, plus concis et plus précis, mais qui ne peut être exprimé en français que par une périphrase appropriée. Si donc, en temps ordinaire, pour des travaux d'établissement et de surveillance régulière, le monteur dispose d'un chariot à échelier, il est quelquefois forcé de se munir de simples crampons, comme les ramoneurs ou les émondeurs, et de grimper sur tous ces points élevés afin d'y accomplir sa besogne périlleuse. En France, dans les grandes villes, les lignes sont fréquemment souterraines; mais en Amérique, l'enchevêtrement des lignes aériennes de toute nature est porté à son comble et ce ne sont que poteaux, herses, potelets, consoles, potences, se dressant multiples et chargés d'un nombre infini d'isolateurs et de fils, sur les corniches, les cheminées, les toits, etc. Il faut croire que ces montages s'exécutent là-bas d'une façon quelque peu primitive et peu solide, car nous avons frissonné de terreur, en feuilletant dernièrement *Western Electrician*, à la vue des horrifiques dessins représentant, sous divers aspects, un malheureux *lineman* cramponné à un fragment de poteau qui casse, convulsivement accroché à une corniche qui s'effondre, suspendu enfin dans des positions les plus variées entre ciel et terre. L'article qui accompagne ces gravures parlantes commence par ces mots : « Lorsque le temps est calme et que les choses se passent régulièrement dans les bureaux télégraphiques ou téléphoniques, la vie du *lineman* n'est pas aussi périlleuse que celle du surveillant des lignes de distribution d'éclairage ou de force motrice, mais dès que le vent souffle et que la compagnie doit apporter quelques modifications dans ses lignes... » Alors le pauvre *lineman* n'est pas seulement un homme occupé, mais c'est un homme exposé à de nombreux et différents dangers et M. Grayne cite des faits justifiant absolument son enseignement par l'image et dans lesquels le *lineman* s'est trouvé tantôt suspendu par les pieds, tantôt par les mains ou la tête, ici à demi étranglé par les fils, là contusionné par la rupture d'une traverse, sans compter la décharge électrique, toujours désagréable, sinon fatale, qui est là, à proximité, le guettant et la chute finale qui met certainement fin à sa carrière





lorsqu'elle se produit du haut d'un « gratteur de ciel » à 25 étages.

Si donc les *linemen* américains sont largement rémunérés, ils ne volent certainement pas leur argent.

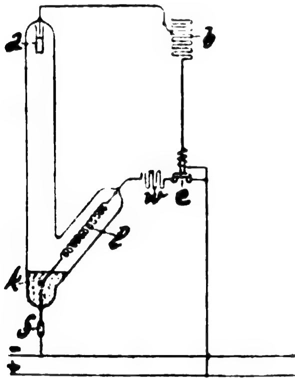
G. D.

UN NOUVEAU DISPOSITIF D'ALLUMAGE

POUR LAMPES A VAPEURS DE MERCURE

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* signale un nouveau dispositif construit par la société « Allgemeine Elektrizitats » de Berlin pour allumer sûrement et facilement les lampes à vapeurs de mercure et autres appareils similaires. Ce dispositif repose sur le fait, bien connu, que la tension à la cathode des tubes de décharge se trouve considérablement réduite, lorsque cette cathode est portée à l'in-

candescence. La figure ci-dessous montre le dispositif en question, appliqué à une lampe à mercure pour courant continu. *a* est l'anode; *k*, la cathode; *b*, le rhéostat. A l'intérieur du récipient en verre se trouve un mince fil *l* qui plonge, par une de ses extrémités, dans le liquide de la cathode. Ce fil est formé de platine ou d'un métal similaire; on trouve avantage à le revêtir d'une couche d'oxyde, tel que l'oxyde de barium, l'oxyde de calcium, etc. L'autre extrémité du même fil est reliée au conducteur positif, au besoin en intercalant un rhéostat *w*. Entre la cathode et le conducteur positif, est placé un commutateur S. Lorsque l'on ferme ce commutateur, le fil *l* devient incandescent et la chute de potentiel sur ce fil est si accentuée que la tension du réseau suffit pour provoquer une décharge entre l'anode et le fil. Cette dé-



charge se rend particulièrement à la partie voisine de la cathode, car c'est cette dernière qui présente, par rapport à l'anode, la plus grande différence de tension. La même décharge passe ensuite sur la cathode elle-même, et l'arc se forme. On peut dès lors couper le circuit auxiliaire de chauffage, par exemple automatiquement, en utilisant à cet effet un commutateur électromagnétique *e*.

A. G.

LA STATION GÉNÉRATRICE DE PARK ROYAL
A LONDRES

On termine en ce moment une nouvelle station génératrice qui est destinée à fournir le courant à la Great Western Railway C° et aussi à la ligne Hammersmith and City qui est transformée avec traction électrique. Pour ses débuts cette station a seulement une puissance de 6000 kw, mais comme la Great Western C° a besoin de grandes quantités d'énergie, on procédera graduellement à des extensions jusqu'à ce que le matériel atteigne une puissance six fois plus grande. Cette station est située à Park Royal et produit des courants triphasés sous 6300 et 6600 volts à la fréquence 50 qui sont transmis à des sous-stations respectivement placées à Old Oak Common, Royal Oak et Shepherd's Bush. La distance de Park Royal à Shepherd's Bush est de 5 milles. A ces sous-stations, la plus grande partie du courant est transformé par des groupes moteurs générateurs et est distribué sous forme de courant continu à 630 volts par les câbles à conducteurs concentriques, recouverts de plomb, aux rails conducteurs de la ligne Hanmersmith and City. Dans les deux premières sous-stations, le courant à 630 volts est distribué pour l'éclairage et la force motrice des dépôts de voitures, des chantiers et des bureaux et de la station de Paddington. Une partie des courants triphasés à 6 600 volts est distribuée de chaque sous-station, à 11 centres de distribution où la tension est ramenée à 220 et 110 volts. A cette tension, le courant alternatif est employé pour l'éclairage par lampes à arc et pour alimenter des petits moteurs. Le matériel de la station se compose de quatre groupes de 750 kw; les alternateurs, du type à inducteur tournant, ont été établis par la Electric Construction C°; ils sont directement accouplés à des moteurs à vapeur à triple expansion Belliss dont la vitesse angulaire est de 250 tours par minute. Le régulateur de chaque moteur est commandé du tableau de distribution par un moteur électrique pour régler la charge entre les groupes lorsqu'ils fonctionnent en parallèle. Il y a deux excitatrices de 150 kw, l'une est accouplée à un moteur à vapeur Belliss, l'autre est actionnée par un moteur triphasé. Deux batteries forment une réserve pour l'excitation, elles travaillent en parallèle avec les excitatrices. Il y a également deux génératrices auxiliaires de 150 kw, l'une actionnée par un moteur à vapeur, l'autre par un moteur électrique à courant continu. Deux groupes de transformateurs réducteurs alimentent tous les appareils auxiliaires quand cela est nécessaire, sans qu'il y ait besoin de recourir aux petits groupes générateurs.

Les tableaux de distribution à haute tension sont au nombre de deux, disposés dans la salle des machines; ils peuvent être indépendants l'un de l'autre ou réunis par les barres omnibus, pour le fonctionnement en parallèle. Toute

génératrice et tout feeder peuvent être reliés à l'une quelconque des barres omnibus, ce qui facilite ainsi les manœuvres et la distribution. Les circuits de chaque génératrice et de chaque feeder sont reliés à deux interrupteurs automatiques, qui communiquent directement à une barre omnibus; les machines peuvent être reliées à l'une ou l'autre des barres. Le tableau de commande est installé sur une galerie surmontant la salle d'environ 4,20 m au-dessus du plancher et juste en face des tableaux de distribution à haute tension. Le tableau auxiliaire des circuits à 650 volts est dans la même galerie.

La salle des chaudières comprend 10 chaudières tubulaires Babcok et Wilcox avec brûleurs à chaîne et avec doubles tuyaux de distribution de vapeur, se rendant dans la salle des machines. Un convoyeur élévateur est actionné par un moteur triphasé à 650 volts; en outre, ce convoyeur est muni d'appareils automatiques enregistreurs à peser le combustible distribué aux grilles des chaudières. La transmission de l'énergie aux sous-stations s'effectue à l'aide de câbles à trois conducteurs isolés au papier, recouverts de plomb et protégés par une armature de fils de fer galvanisé. Ces câbles sont élongés dans des conduits en asphalte, système Howard, avec un conduit séparé pour chaque câble; ils sont disposés sur le côté de la voie, afin de permettre un accès facile pour les réparations; cependant sur certains points on les a placés en dehors, afin de ne pas gêner la circulation pendant le travail de la pose. Dans cette pose, au lieu d'établir, tout d'abord, les joints on élongeait les câbles dans les tranchées qui étaient recouvertes jusqu'à environ 3 m du point de jonction; puis les extrémités des câbles étant repliées verticalement, tous les joints étaient alors effectués ensemble.

Sans donner de minutieux détails sur le matériel des sous-stations, nous pouvons cependant dire qu'aux sous-stations de Shepherd's Bush et de Royal Oak, on emploie de puissantes batteries d'accumulateurs qui travaillent en parallèle avec les moteurs générateurs. Ce sont des batteries Tudor ayant une capacité, l'une de 840 ampères-heure et l'autre de 1680 ampères-heure. Chacune est reliée au tableau, à travers un survolteur automatique Highfield. Elles étaient destinées primitivement à égaliser la charge sur les moteurs générateurs, au moment des démarrages des trains, des lourdes charges, etc. Mais elles serviront également, accidentellement, à maintenir régulière la distribution d'éclairage. Cette fonction s'obtient en reliant la batterie, au moment voulu, au tableau d'éclairage à courant continu et en employant la batterie à alimenter le groupe moteur générateur inversé, après avoir interrompu le circuit d'alimentation à haute tension de la station génératrice. Dans ce cas, le groupe moteur générateur prend le courant à la batterie, du côté courant continu, et produit du courant alternatif à haute tension, qui est transmis au centre de distribution où des transformateurs réducteurs le rendent propre à être employé pour l'éclairage. Comme dans ces conditions le débit des batteries est très élevé, les circuits de traction sont automatiquement interrompus et l'éclairage peut être ainsi alimenté jusqu'à ce que la production de la station génératrice soit reprise. L'extinction totale de l'éclairage serait beaucoup plus grave qu'une interruption momentanée des trains de la ligne d'Hammersmith and City.

Les moteurs-générateurs de la sous-station sont du type La Cour. On compte onze centres de distribution ou petits bâtiments en briques, alimentés par les courants triphasés à haute tension venant des sous-stations.

Si nous arrivons maintenant à la ligne de chemin de fer elle-même, nous voyons que la traction électrique a été adoptée : 1° sur la ligne Hammersmith and City; 2° sur les lignes du Great Western entre Bishop's Road et Westburne Park; 3° sur une bifurcation de Latimer Road à Uxbridge Road. A partir d'Uxbridge Road jusqu'à Addison Road, les trains circulent sur la ligne de West London, dont une partie a été transformée en traction électrique.

Comme les trains de Hammersmith and City circulent aussi sur les lignes de la Compagnie du Métropolitain, le système adopté est le même que celui employé par cette dernière Compagnie. Les positions des rails conducteurs isolés correspondent exactement à celles des rails sur les autres lignes; le rail positif est à 0,075 m au-dessous du rail de roulement et au centre de la voie; les isolateurs en porcelaine sont fixés aux traverses. Les rails conducteurs sont divisés en sections correspondant approximativement aux distances qui séparent les stations. A chacune de ces dernières se trouve une section isolée de manière qu'en cas de rupture accidentelle en un point, il soit possible de continuer le fonctionnement à partir de la station suivante. Normalement, toutes les sections sont, bien entendu, reliées l'une à l'autre et les sections isolées sont franchies par des conduc-

teurs ou des commutateurs maintenus fermés.

La ligne est alimentée par huit feeders de la sous-station de Shepherd's Bush et par quatre de la sous-station de Royal-Oak.

Dans les dépôts, les rails conducteurs cessent à environ 4,50 m après l'entrée, afin de laisser libres les fosses d'inspection; les trains sont alors alimentés par des lignes aériennes, sur lesquelles courent un double trolley, d'où pend un câble souple; on fixe ce câble souple à une prise de courant ménagée sur les voitures automotrices.

Les nouveaux trains sont au nombre de vingt, comprenant chacun deux voitures motrices et quatre voitures remorquées pouvant contenir ensemble trois cent vingt voyageurs; elles sont semblables à celles du Métropolitain à couloir central. Les voitures motrices sont munies chacune de quatre moteurs de 150 ch, deux sur chaque bogie. La vitesse est, en moyenne, de 16 milles à l'heure, y compris les arrêts, et peut atteindre un maximum de 30 milles (48 km). La commande s'effectue d'après le système Thomson-Houston à unités multiples.

Ce sont MM. Kennedy et Jenkin qui ont présidé à l'équipement électrique de la ligne et des trains.

A. H. B.

LE LABOURAGE ÉLECTRIQUE EN ALLEMAGNE

L'*Elektrotechnische Anzeiger* signale des essais de labourage électrique qui ont eu lieu dans les derniers jours du mois d'avril de l'année courante, en présence de M. von Podbielski, ministre de l'agriculture de Prusse, et d'autres personnages officiels dans le domaine de Kulm, près Birnbaum (Posnanie). L'énergie nécessaire provenait d'une station génératrice qui a été installée sur le même domaine, voilà trois ans de cela, et dont la dynamo, reliée à la machine à vapeur de la distillerie, débite environ 50 kw sous une tension de 600 volts. La charrue employée dans ces essais a été construite par la maison Körting frères, de Berlin, d'après le système Brutschke. Les expériences se sont faites sur un terrain très en pente dans lequel la charrue traçait simultanément trois sillons, chacun de 25 à 30 cm de profondeur, à la montée, et quatre sillons tout aussi profonds à la descente. On a constaté que la charrue précitée pouvait défoncer à peu près 2 journaux de terrain à l'heure, malgré les arrêts, d'ailleurs assez courts, indispensables pour changer la direction de la marche de la machine. On a donc la possibilité, avec cette charrue, travaillant dix heures durant, de défricher un espace de 20 journaux de terrain en une journée; bien plus, au dire du fermier du domaine de Kulm, le défrichement serait facilement porté, en terrain plat, à 30 journaux par journée de 10 heures sans fatigue excessive pour l'outillage. Le travail irréprochable fourni par la charrue de Kulm, dont les ouvriers agricoles employés avaient appris très rapidement la manœuvre, a été l'objet d'une approbation sans réserve de la part des assistants. Les frais du labourage électrique tel qu'il est pratiqué à Kulm, — frais comprenant la consommation en charbon de la machine à vapeur de la distillerie (environ 30 quintaux par journée de 10 heures), les salaires du personnel employé (trois hommes pour la charrue et deux hommes dans l'usine génératrice de courant), l'intérêt et l'amortissement du prix d'achat de la charrue et des conducteurs correspondants et enfin les frais d'entretien, — s'élèvent, d'après des évaluations précises, à environ 5 fr par journal de terrain labouré, ce qui représente un résultat éminemment satisfaisant au point de vue économique. L'*Elektrotechnische Anzeiger* rapporte qu'à la suite des expériences de Kulm, une société régionale s'est formée et a décidé de construire une usine centrale commune qui fournira du courant pour l'exploitation agricole, aux propriétaires fonciers des trois districts de Birnbaum, Meseritz et Schwerin, en transformant en électricité les abondantes ressources d'énergie hydraulique de l'Obra.

G.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 11 JUIN 1906.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, l'ouvrage de M. Lucien Poincaré, présenté par M. Lippmann et ayant pour titre : *la Physique moderne et son évolution.*

M. André Broca communique une note intitulée : *Pouvoir inducteur spécifique et conductibilité. Viscosité électrique.*

M. J. Violle présente une note de M. P. Villard *sur l'aurore boréale.*

M. H. Moissan présente une note de M. Binet du Jassonneix *sur les propriétés magnétiques des combinaisons du bore et du manganèse.*

SÉANCE DU 18 JUIN 1906.

M. Berthelot communique le résultat des recherches qu'il a faites sur *la synthèse directe de l'acide azotique et des azotates par les éléments, à la température ordinaire, sous l'influence de l'effluve électrique.*

M. E. Guyou communique une note *sur l'application du téléphone et de l'astrolabe Claude Driencourt à la détermination de la longitude de Brest.*

SÉANCE DU 25 JUIN 1906.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un membre à la place devenue vacante, dans la

section de physique, par le décès de M. Pierre Curie. Au premier tour, le nombre des votants étant 56, M. D. Gernez obtient 37 suffrages et est proclamé élu.

M. Mascart présente une note de M. A. Blondel intitulée : *Etude simplifiée des effets de capacité des lignes à courants alternatifs.*

M. Lippmann présente une note de M. G.-A. Hemsalech *sur une méthode simple pour l'étude des mouvements des vapeurs métalliques dans l'étincelle oscillante.*

M. Dastre présente une note de MM. Girard et Victor Henri relative à des *recherches sur l'électricité animale.*

M. H. Poincaré présente une note de M. Carl Störmer *sur les trajectoires des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre avec application aux aurores boréales et aux perturbations magnétiques.*

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

Sont admis comme membres du Syndicat :

M. Etienne (Léon-Charles), installateur électricien, 7, rue Michel-Chasles, à Paris (XIIe arr.), présenté par MM. Javaux et Eug. Sartiaux.

M. Gaiffe (Georges-Eugène), constructeur d'instruments de précision, 9, rue Méchain, à Paris (XIVe arr.), présenté par MM. Javaux et Larnaude.

M. Giros (Alexandre), ancien élève de l'Ecole polytechnique, administrateur délégué de la Société des Forces hydroélectriques du Cher, 9, rue Bonaparte, à Paris (VIe arr.), présenté par MM. Javaux et Meyer-May.

M. Heugues (Robert), ingénieur électricien à la « British Thomson-Houston Co », 7, Claremond Road, Rugby (Angleterre), présenté par MM. Javaux et de la Fontaine Solare.

MM. Japy frères et Cie, manufacturiers, à Beaucourt (Haut-Rhin français), présentés par MM. Javaux et Meyer-May.

M. Lacaze (Henri), directeur général de la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs, 9, rue Pétrelle, à Paris (IXe arr.), présenté par MM. Eug. Sartiaux et Cance.

M. Loucheur (Louis), ancien élève de l'Ecole polytechnique, administrateur délégué de la Société des forces hydroélectriques du Cher, 9, rue Bonaparte, à Paris (VIe arr.), présenté par MM. Javaux et Meyer-May.

Commission des Douanes (M. Meyer-May, président). — D'une part, nous avons envoyé à l'Union pour l'amélioration des conventions commerciales entre la France et l'Espagne une copie des observations présentées par notre Syndicat à M. le Ministre du commerce, de l'industrie et du travail au sujet du nouveau tarif douanier espagnol.

Cette Union a préparé tous les éléments nécessaires pour la défense des intérêts communs.

D'autre part, par lettres des 19 et 25 mai dernier, M. Chapsal, directeur du commerce et de l'industrie au ministère du commerce, de l'industrie et du travail, nous a informé qu'il avait fait prendre note spéciale de nos observations au sujet du nouveau tarif douanier espagnol et de nos réclamations relatives aux droits à l'entrée du matériel électrique en Roumanie et que son département ne manquerait pas d'en tenir compte.

Commission des distributions d'énergie (M. Eug. Sartiaux, président). — L'Administration des postes et télégraphes vient d'adresser à ses directeurs départementaux une circulaire relative aux lignes d'intérêt privé accompagnant les conducteurs d'énergie. Les exigences de cette circulaire sont de nature à préoccuper très sérieusement ceux d'entre nous appelés à établir des distributions d'énergie.

M. Eug. Sartiaux communique à ses collègues une réclamation que le Syndicat des usines d'électricité a adressée à ce propos à M. le Ministre des travaux publics.

La Chambre syndicale, approuvant cette protestation, décide de l'appuyer de son autorité auprès des pouvoirs publics.

Le Sénat a adopté, dans sa séance du 18 juin, la proposition de loi, adoptée par la Chambre des députés, sur les distributions d'énergie.

Commission chargée d'étudier le fusionnement des Syndicats professionnels des industries électriques et des usines d'électricité. — La Chambre syndicale des usines d'électricité, répondant à la communication que nous lui avions faite de la décision prise par notre Chambre syndicale dans sa séance du 8 mai, nous informe qu'elle a nommé une Commission, composée de MM. Ferd. Meyer, Brillouin, Eschwège et Fontaine, pour se mettre en rapport avec ceux de nos collègues qui ont été désignés en vue d'envisager des questions communes.

La première réunion de ces Commissions aura lieu le 19 juin 1905.

Commission spéciale pour l'établissement du bordereau de salaires à payer aux ouvriers pour les travaux d'électricité à effectuer par la ville de Paris et le département de la Seine (M. Javaux, président). — La Commission mixte de patrons et d'ouvriers, constituée en vue de donner son avis sur l'établissement du bordereau de salaires à payer aux ouvriers pour les travaux d'électricité à effectuer par la ville de Paris et le département de la Seine, a poursuivi ses travaux au cours de réunions qui ont eu lieu à l'Hôtel de Ville, les 12 et 19 mai 1906.

La classification de la désignation des travaux et le taux à l'heure des salaires soutenus par les patrons d'une part et, d'autre part, par les ouvriers, ont été résumés dans un tableau dont nos sociétaires peuvent prendre connaissance au siège social du Syndicat.

Au cours de la réunion du 12 mai, les représentants ouvriers avaient essayé d'engager la question de la durée de la journée de travail et de faire constater par la Commission que certains ateliers avaient accepté la durée journalière de neuf heures, les membres patrons ont répondu :

1° Que leur mission ne comportait pas la recherche de cas particuliers et qu'ils ne pouvaient constater que la durée normale de dix heures;

2° Que les ateliers signalés comme acceptant une durée journalière inférieure à la normale appartenaient à des maisons ne faisant pas partie de leurs syndicats respectifs.

Dans ces conditions, l'allégation des représentants ouvriers à cet égard reste un simple dire de leur part.

Les représentants ouvriers ont, d'autre part, émis certains vœux; les membres patrons ont fait toutes réserves contre celui relatif au payement à la journée et à la réduction de la durée de la journée de travail sans diminution de salaires.

En définitive, l'Administration aura, à part ces dernières questions tout à fait étrangères à la mission de la Commission et qui avaient été soulevées à l'occasion des grèves existant alors, à se prononcer, pour le taux à l'heure des salaires, entre les indications des patrons et celles des ouvriers. Il est à remarquer que seules les premières ont été discutées; à la fin de la discussion, après avoir cherché à relever le prix formulé par les patrons, les ouvriers finissaient par formuler leur demande de prix comme un desideratum plutôt que comme une constatation.

M. Defrance, directeur des affaires départementales à la Préfecture de la Seine, a déclaré, dans la réunion du 12 mai, que le prix du bordereau à payer aux patrons par la ville, comprenant, en sus du prix des salaires, une majoration pour frais généraux, serait fixé ultérieurement par une autre Commission dans laquelle les syndicats ouvriers n'ont pas à être représentés.

Affaires diverses. — La Commission chargée par l'Association française pour la protection de la propriété industrielle de l'étude de la suppression de la déchéance pour faute d'exploitation et l'organisation de la licence obligatoire, dans laquelle M. Chaussenot, notre ancien secrétaire général, représente le Syndicat professionnel des industries électriques, a poursuivi ses travaux conformément au plan précédemment adopté.

Elle a décidé de soutenir les propositions suivantes :

1° Le breveté qui n'aura pas exploité son invention dans un délai de trois années, à dater de la prise de son brevet, et qui ne pourra justifier des causes de son inaction sera soumis au régime de la licence obligatoire.

2° L'inaction du breveté pendant la période de trois ans n'aura pas pour conséquence la déchéance et, ce délai expiré, le breveté n'aura qu'à subir les demandes de licence dont il pourrait être l'objet.

3° Lorsque la licence obligatoire sera réclamée, ce sera au breveté à prouver son exploitation ou à justifier des causes de son inaction pour faire écarter la demande de licence.

Le demandeur en licence n'aura à prouver, pour légitimer sa demande, l'existence d'aucun intérêt public à la délivrance de licence.

4° Conformément aux règles générales de la procédure, ce sera au demandeur de licence de faire au breveté, dans sa demande, des offres pour le montant et les conditions de la licence; le breveté fera connaître, de son côté, ses prétentions et l'autorité compétente aura à statuer.

5° Il sera statué sur la demande du licencié par un jury présidé par un magistrat unique pour toute la France et résidant à Paris. Le jury, constitué pour chaque affaire, se composera de 4 membres dont 2 seront choisis par chacune des parties sur une liste analogue à celle des experts en douane. Le magistrat directeur aura, en cas de partage, voix délibérative.

La liste des jurés, unique pour toute la France, se composera de membres désignés, avec leur consentement, par les Chambres de commerce.

Si une entente immédiate n'intervient pas entre le breveté et le demandeur en licence, celui-ci citera le breveté devant le magistrat directeur en conciliation à Paris.

Si cette tentative de conciliation n'aboutit pas, le magistrat invitera les parties à désigner les jurés choisis par eux et ensuite, selon les circonstances, fixera le lieu où devra siéger le jury.

6° Les décisions du jury ne seront pas susceptibles d'appel mais pourront être déférées devant la Cour de cassation pour vices de forme ou violation de la loi. Le pourvoi en cassation ne sera pas suspensif.

7° Aucune règle ne doit déterminer par avance les bases d'application de la licence, la fixation de ces bases dépendant essentiellement des circonstances, de la nature de l'invention et des garanties personnelles offertes par le demandeur en licence.

8° Le licencié sera tenu d'exploiter réellement en France le brevet et ne pourra introduire de l'étranger des objets conformes à ceux du brevet. Le jury déterminera le délai qui sera accordé au licencié pour commencer l'exploitation. Ce délai sera limité au temps reconnu indispensable pour organiser la fabrication en France. Pendant ce délai, le licencié pourra exceptionnellement introduire de l'étranger des objets conformes à ceux brevetés. Si le breveté a lui-même, jusque-là, fabriqué ou fait fabriquer à l'étranger et introduit en France de tels objets, le jury déterminera les conditions auxquelles le breveté sera tenu de les fournir au licencié pour continuer à satisfaire aux besoins du marché français.

9° Le manquement à ces obligations entraînera pour le licencié la déchéance de sa licence et le breveté reprendra le libre exercice de ses droits. C'est au licencié qu'appartiendra la preuve de son exploitation régulière. La preuve des introductions incombera, au contraire, à celui qui les alléguera.

10° Le licencié devra fournir des garanties de solvabilité et de faculté d'exploitation dont le jury aura à apprécier la valeur.

11° La licence pourra être exclusive. Il devra toujours être spécifié si le breveté pourra ou non conserver la faculté d'exploiter personnellement son brevet en France.

12° Si la licence est exclusive et générale, le breveté ne pourra plus, dès qu'elle aura été concédée, introduire de l'étranger les objets similaires. Il en sera autrement si la licence n'est pas exclusive ou si elle ne porte que sur une application spéciale à une industrie déterminée; dans ce dernier cas, le breveté ne serait privé de la faculté d'introduire que pour cette industrie spéciale.

13° Il paraît utile d'admettre la possibilité de la revision.

Nous vous tiendrons au courant de la suite des travaux de cette Commission.

La Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de Paris nous a informé que, répondant au désir que nous lui avions exprimé, elle accordait à notre Syndicat 1 médaille de vermeil, 5 médailles d'argent et 10 médailles de bronze destinées à récompenser les meilleurs élèves des cours d'électricité.

— Notre collègue M. Bénard sollicite, pour 1906, le renouvellement de la subvention de 300 francs qui lui a été accordée, en 1905, pour les cours d'électricité.

La Chambre décide de la lui accorder à nouveau.

— Notre collègue M. Simonet, directeur de la Française électrique, a adressé, le 9 mai 1906, au Président de la Chambre syndicale une lettre indiquant des bases possibles d'entente entre constructeurs à l'occasion des circonstances difficiles dans lesquelles nous nous sommes trouvés tout récemment. La Chambre remercie M. Simonet d'avoir bien voulu soumettre à son examen une combinaison certainement très ingénieuse; mais, en raison des travaux d'étude d'une « Mutuelle des

constructeurs », dont la constitution répondra en partie aux desiderata de notre honorable collègue, elle estime qu'il y a lieu de se borner, quant à présent, à livrer les idées exposées dans cette lettre aux réflexions de ceux auxquels elles ont été communiquées.

A ce propos, M. le Président rend compte des travaux de la Commission, composée des Présidents des Chambres syndicales de métallurgie qui, conformément aux décisions prises le 16 mai par l'assemblée des industries métallurgiques, est chargée d'étudier le projet de Caisse d'assurance préparé par le bureau du comité de l'Union des industries métallurgiques et minières.

Jusqu'à présent, les réunions de cette Commission n'ont donné lieu qu'à des échanges de vue entre les Présidents; dès que les statuts de cette Société d'assurance mutuelle auront été élaborés et que les bases de sa constitution auront été établies, la Chambre syndicale se réunira pour les examiner.

— M. Meyer-May a transmis à notre Chambre syndicale un vœu, qu'il a recueilli au cours d'un récent voyage, tendant à ce que les « instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons » fassent l'objet d'une brochure spéciale, facile à être mise en poche, au lieu de faire corps avec la *Série de prix*, ouvrage de très grand format.

La Chambre, approuvant ce vœu, accepte la proposition de M. Eugène Sartiaux qui veut bien se charger d'examiner avec M. l'Administrateur, directeur de l'imprimerie Chaix, les conditions auxquelles lesdites instructions pourraient être éditées dans le format désiré.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

SÉANCE DU 15 JUIN 1906

Le prix Nozo a été décerné à M. L. Guillet pour l'ensemble de ses travaux sur la métallographie et plus spécialement pour son mémoire sur *la métallographie microscopique et son utilisation comme méthode d'essai*, paru dans le *Bulletin* de juillet 1905.

M. Favier fait une communication sur les essais mécaniques et l'analyse des papiers, à la suite de laquelle M. le Président, en remerciant M. Favier de sa communication, signale qu'il y a lieu de se préoccuper d'une autre catégorie d'essais et qui concernent le papier destiné aux constructions électriques, machines et câbles.

Employé dès l'origine de ces constructions, soit à l'état naturel, soit imprégné, le papier a été tour à tour rejeté, puis employé de nouveau. En fait, il peut rendre les plus grands services, en raison de la rigidité diélectrique élevée qu'on peut en obtenir; la fabrication des câbles souterrains à haute tension, exclusivement isolés au papier, en donne un exemple.

M. Favier répond qu'il s'est préoccupé des essais du papier destiné aux usages électriques et ajoute que des usines en France fabriquent le papier de chanvre de Manille qu'on coupe en ruban pour la fabrication des câbles.

M. A. Hollard fait ensuite une communication sur *les analyses électrolytiques*.

M. A. Hollard dit que l'analyse électrolytique doit être étudiée, non pas dans le but d'en faire une science à part qui se suffise à elle-même, mais avec l'intention d'arriver à des procédés précis et simples là où l'analyse pondérale ou volumétrique laissent à désirer. C'est le programme que M. Hollard a toujours suivi.

Pour arriver à des résultats pratiques, il faut savoir orienter ses recherches au moyen de principes qui se préciseront à mesure que les découvertes se succéderont : on constituera ainsi une théorie capable d'interpréter les phénomènes acquis et susceptible de faire prévoir de nouveaux résultats.

A l'aide de cette théorie, M. Hollard indique le rôle que doivent jouer l'intensité et la densité du courant ainsi que la tension électrique. Puis il indique les principes qui le dirigent dans la séparation des métaux les uns d'avec les autres.

Un premier procédé de séparation des métaux est basé sur leurs propriétés de pouvoir ou de ne pas pouvoir se déposer en solution fortement acide.

Un deuxième procédé de séparation est basé sur la propriété qu'ont certains métaux de ne plus pouvoir se déposer électrolytiquement lorsqu'ils sont engagés dans des sels *complexes;* ces métaux restent alors seuls dans le bain.

Le dégagement aux électrodes des gaz hydrogène et oxygène entrave un grand nombre de séparations. Ce dégagement a pu être évité par un certain nombre de procédés :

1° Emploi de cathodes recouvertes d'étain, de cadmium ou de plomb. Application : séparation du cadmium et du zinc;

2° Addition au bain d'acide sulfureux qui s'oxyde aux dépens de l'oxygène et empêche ainsi l'oxygène de se dégager;

3° Emploi d'anodes solubles. Applications : séparation de l'argent d'avec le cuivre, du nickel d'avec le zinc;

Enfin un certain nombre de métaux, et beaucoup plus qu'on ne le croit, peuvent se déposer sur l'anode à l'état de peroxydes et superoxydes. De là un procédé commode de séparation.

M. Hollard termine en disant qu'il est arrivé à pouvoir déposer sur les électrodes, dans un grand nombre de cas, des quantités illimitées de métal. C'est là une ressource très précieuse lorsqu'il s'agit de séparer ce métal d'avec des éléments (impuretés ou corps ajoutés intentionnellement) qui s'y trouvent noyés en proportions minimes, car après l'électrolyse, ces éléments restent seuls dans le bain et peuvent correspondre à une quantité de métal aussi grande qu'on le désire, conditions très favorables à la simplicité et à la précision du dosage de ces éléments.

M. L. Guillet fait observer que de cette communication on peut conclure que l'analyse électrolytique est devenue une méthode analytique pratiquement industrielle. En effet, elle permet le dosage de la plupart des métaux, à moins de 0,1 0/0 près, elle est facile à mettre en jeu, puisque, actuellement, grâce aux méthodes et appareils Hollard, on arrive dans les laboratoires à faire faire des dosages électrolytiques par de simples manœuvres; enfin, point très important en industrie, elle est d'un prix de revient très faible. L'analyse électrolytique est donc bien une méthode industrielle et c'est aux recherches de M. Hollard qu'on le doit.

Cette méthode est-elle perfectible? M. Guillet a fait essayer la méthode des cathodes rotatives employées en Allemagne et en Amérique : d'après lui ces méthodes présentent des avantages par rapport aux anciennes méthodes, mais non par rapport à celles de M. Hollard.

M. Guillet signale qu'il a été décrit, il y a quelques jours, une méthode intéressante consistant à électrolyser directement les chlorures en présence d'un hydro-carbure qui absorbe au fur et à mesure le chlore. Ceci évite de transformer les chlorures en sulfate, le chlore n'attaquant plus les électrodes.

M. A. Hollard ne peut pas se prononcer sur la valeur de cette méthode; il craint que l'emploi des hydro-carbures ne donne lieu à des dépôts de carbone combiné.

M. le Président s'associe à l'éloge de M. Hollard qui vient d'être fait par M. Guillet; il remercie M. Hollard d'avoir présenté à la Société des Ingénieurs civils l'état actuel de l'analyse électrolytique.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Appareillage.

364 525. — Prudence. — Interrupteur (23 mars 1906).
364 798. — Blacmore. — Commutateur (31 mars 1906).

Applications diverses.

364 380. — Henrique. — Allumage électrique pour moteurs (17 mars 1906).
364 534. — Rhodes. — Allumage pour moteurs (24 mars 1906).
364 593. — Deutsche Telephonwerke. — Trompe électrique (26 mars 1906).
364 845 et 364 846. — Pifre. — Ascenseur électrique (2 avril 1906).
364 618. — Elend. — Trompe électrique (27 mars 1906).

Canalisations.

364 452. — Padiras et Taste. — Assemblage pour poteaux et supports métalliques (21 mars 1906).
364 761. — Wernli. — Poteaux pour conducteurs (30 mars 1906).

Divers.

364 405. — Tudor. — Economiseur électrique (19 mars 1906).
364 423. — Corell. — Isolateurs automatiques (20 mars 1906).
364 472. — Thomas. — Appareils à vapeur de mercure (21 mars 1906).
364 885. — Jackson. — Electro-aimants (3 avril 1906).
364 688. — Mc Mahan. — Synchronisateurs pour machines électriques (28 mars 1906).
364 789. — de Keating-Hart. — Tube à rayons X (31 mars 1906).
364 826. — Rambaldini. — Electrolyse (2 avril 1906).
364 847. — Castel. — Electrolysation du chlorure de sodium (2 avril 1906).

Eclairage et lampes.

364 613. — Kuzel. — Procédé pour augmenter la résistance électrique des métaux (27 mars 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

364 521 — Betts. — Production d'aluminium (23 mars 1906).
364 530. — Jullien et Dessolle. — Application de l'électrolyse à la peinture d'art ou autre (24 mars 1906).
364 588. — Thirot et Mage dit Nouguier. — Extraction électrolytique du cuivre (26 mars 1906).
364 589. — Thirot et Mage dit Nouguier. — Production électrolyliqne de l'étain (26 mars 1906).
364 737. — Friedheim. — Dépôts électrolytiques (30 mars 1906).

Electrothermie.

364 476. — Betts. — Fours électriques (8 fév. 1906).

Instruments de mesure.

364 602. — Bastian et Calvert. — Compteur d'électricité (26 mars 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

364 402. — Muenz, Strauss, Saenger et Harburger. — Magnéto (19 mars 1906).
364 738. — Johnson. — Machines électriques (30 mars 1906).

Moteurs.

364 395. — Potter. — Moteur électromagnétique (19 mars 1906).
364 936. — Electromotors Limited et M. Hamilton. — Porte-balai (19 mars 1906).
364 473. — Soc. an. des ateliers de Montreuil. — Automoteur électrique (21 mars 1906).
364 590. — Pifre. — Commande pour moteurs (26 mars 1906).
364 813. — Pifre. — Commande et réglage pour moteurs (31 mars 1906).
364 814. — Pifre. — Commande et réglage de moteurs électriques (31 mars 1906).
364 815. — Pifre. — Commande des moteurs (31 mars 1906).
364 881. — Soc. Gramme. — Démarrage des moteurs d'induction (3 avril 1906).

Télégraphie.

361 528. — Lori et Solari. — Télégraphie (11 déc. 1905).
364 390. — Siemens et Halske. — Commutation pour diminuer l'effet de la réflexion aux points de jonction de conducteurs d'onde (19 mars 1906).

Téléphonie.

364 610. — Latour. — Téléphonie multiple (27 mars 1906).
364 889. — Bines. — Téléphone (4 avril 1906).
364 900. — Bines. — Appareil téléphonique (4 avril 1906).
364 901. — Bines. — Transmetteur téléphonique (4 avril 1906).

Traction.

364 522. — Magniel et Haas. — Rattrape-perche (23 mars 1906).
364 644. — Leake. — Guides pour roues de trolley 3 février 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

BIBLIOGRAPHIE

L'électricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier, par E. Rosenberg, traduit de l'allemand par A. Mauduit, ancien élève de l'Ecole polytechnique. 2e édition. Un volume, format 19 × 12,5 de x-490 pages, avec 312 fig. Prix : Broché, 8 fr. 50; Cartonné 10 fr (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris).

Cet ouvrage, dû à la plume d'un ingénieur allemand très connu des spécialistes par ses publications techniques, a obtenu un grand succès en Allemagne et a été traduit en anglais. M. Mauduit a rendu service au public français en le lui faisant connaître par une traduction dont l'épuisement rapide a nécessité une seconde édition. Ce travail, d'un caractère éminemment pratique, est particulièrement destiné à l'ouvrier qui, ayant à manipuler les machines électriques si diverses utilisées actuellement dans l'industrie, veut en comprendre le fonctionnement et se rendre capable de parer aux dérangements qui s'y produisent.

Mais, par suite de son caractère élémentaire, il convient à ceux qui veulent se familiariser avec l'électricité industrielle, quel que soit le niveau de leur instruction; et comme, malgré sa simplicité, il pénètre profondément dans l'étude de l'électricité, décrit et explique le fonctionnement des appareils les plus divers, il rendra service aux chefs et employés d'usines ou de maisons de commerce utilisant des installations électriques, aux élèves des écoles professionnelles et à tous ceux qui s'intéressent aux machines électriques et veulent en connaître les propriétés et la conduite.

Faisons remarquer le véritable tour de force accompli par l'auteur dans les chapitres : les *Machines à courants alternatifs simples et polyphasés*, expliquées clairement avec les seules connaissances de l'école primaire.

La rapidité avec laquelle se sont enlevés les 2000 exemplaires de la première édition française montre surabondamment que le public a compris et apprécié le but de l'ouvrage : aussi M. Mauduit a-t-il cru devoir profiter de la seconde édition pour ajouter un complément de grande actualité.

Presque toutes les grandes villes et même, dans certaines contrées, les moindres villages sont éclairés maintenant à l'électricité; le traducteur a donc pensé être utile en exposant les différents systèmes de distribution de l'énergie électrique, le fonctionnement des compteurs et les principes élémentaires de la photométrie, c'est-à-dire la comparaison, au point de vue des résultats économiques, des différentes sources lumineuses et, en particulier, de celles qui font l'objet des plus récentes inventions.

-oo-

Moteurs à collecteur à courants alternatifs, par le Dr F. Niethammer, professeur à l'Ecole Technique Supérieure de Brünn (Autriche). Un volume format 25 × 16 cm, de 131 pages, avec 138 figures. Prix, broché, 5 fr. (Paris, « L'éclairage électrique », éditeur).

La question des *moteurs à collecteurs à courants alternatifs* est une questions à l'ordre du jour dont se préoccupent tous les ingénieurs électriciens. Les applications de ces moteurs sont déjà nombreuses : plusieurs installations de traction électrique, dans lesquelles on en a fait emploi sont, dès maintenant, en service; beaucoup d'autres applications, propres à assurer des communications interurbaines rapides, sont à l'étude ou en cours d'exécution. Néanmoins, il n'existait pas encore de brochure claire et complète, rassemblant, à l'usage des praticiens, d'une part la théorie, et, d'autre part, les détails de construction et les applications pratiques.

Le désir de combler cette lacune a amené notre excellent confrère à publier une édition française de l'ouvrage de M. le professeur Niethammer, ouvrage qui a rencontré, en Suisse et en Allemagne, un succès légitime. L'édition française n'est pas une simple traduction, mais bien une étude complétée, avec l'aide de l'auteur, afin de la mettre au courant des installations de traction les plus récentes.

L'ouvrage est divisé en trois parties :

I. *Généralités.* — Historique. Différents types de moteurs monophasés à collecteur. Moteurs polyphasés à collecteur. Généralités sur les moteurs monophasés à collecteur.

II. *Théorie de la commutation et diagrammes exacts des moteurs monophasés à collecteur.* — Diagramme général. Couple. Commutation et production d'étincelles. Facteur de puissance. Démarrage. Réglage de la vitesse. Freinage. Pertes. Commutation dans les différents moteurs.

III. *Détails de construction.* — Généralités sur la construction des moteurs à collecteur : moteurs à courants alternatifs et continus. Détails de construction de quelques moteurs actuellement en service. Avant-projet de moteurs monophasés.

-oo-

Règles normales de l'Association des électriciens allemands pour la comparaison et l'essai des machines et transformateurs électriques, suivies de commentaires, par G. Dettmar, traduit de l'allemand par F. Loppé et A. Thouvenot, ingénieurs. Un volume format 19 × 12,5 cm. Prix 2 fr. 50 (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris.)

MM. Loppé et Thouvenot ont eu l'heureuse idée de traduire les règles normales de la *Verband deutscher Electrotechniker* pour la comparaison et l'essai des machines électriques et des transformateurs.

Ce travail d'un haut intérêt concerne la puissance, l'élévation de température, les surcharges, l'isolement, le rendement, les méthodes pour déterminer ce rendement, la variation de tension, etc. Il est suivi des intéressants commentaires de M. Dettmar et précédé de définitions des plus utiles.

-oo-

Handbuch der Elektrotechnik *(Traité d'électrotechnique)* publié, sous la direction du docteur C. Heinke, par un groupe de professeurs et d'ingénieurs. Volume IV : **Ein und Mehrphasen Wechselstrom Erzeuger** (*Génératrices à courant alternatif simple et à courants polyphasés*) par le Dr F. Niethammer. Deuxième édition. Un volume format 190 × 270 mm de

XVIII-460 pages avec 748 figures. Prix, cartonné : 24 mark (Leipzig, S. Hirzel, éditeur, 1906).

A maintes reprises déjà, nous avons parlé de la splendide publication entreprise par M. le docteur Heinke et nous avons notamment signalé, dans l'*Electricien* de 1901, p. 159, le quatrième volume de cette remarquable collection, lorsque parut sa première édition. Le fait que la monographie de M. Niethammer sur les génératrices à courant alternatif simple et à courants polyphasés nécessite en moins de cinq ans une deuxième édition, — et cela alors que l'ensemble du Traité n'a point encore paru dans son entier, — montre avec quelle faveur cet ouvrage a été accueilli par le public. Dans la deuxième édition qui vient d'être publiée, M. Niethammer n'a pas manqué de tenir compte des progrès réalisés dans la technique des courants alternatifs durant les cinq dernières années, bien qu'il lui ait été impossible de refondre entièrement son ouvrage. Parmi les additions et modifications apportées à l'étude primitive, lesquelles comportent 132 pages de texte et 92 nouvelles figures, il convient de citer celles se rapportant aux questions suivantes : Détermination générale du coefficient de tension; Machines à double courant; Tensions non sinusoïdales dans les systèmes polyphasés; Détermination de l'entrefer; Tension de dispersion; Nouveaux systèmes de compoundage; Degré de régularisation; Angle du pendule; Moment d'oscillation du volant; Turbo-générateurs, etc. Il faut remarquer en outre que, dans la partie pratique, M. Niethammer a ajouté la description de nouveaux et tout récents types de machines construits par les maisons ci-après : Société Allgemeine Elektrizæts, A. Lahmeyer, Siemens-Schuckert de Vienne, Alioth et Brown, Boveri et C[ie].

On ne saurait trop recommander la très complète et remarquable collection qui constitue l'ensemble de ce traité, d'autant plus intéressante pour les électriciens que chaque partie a été traitée par des spécialistes dont la compétence est indiscutable.

CHRONIQUE

L'Association anglaise municipale d'électricité.

Cette association a ouvert son Congrès annuel à Kingston sur Tamise le 19 juin par le discours présidentiel de M. J. Edgcome, l'ingénieur électricien de cette ville. Après une conférence sur les turbines à vapeur de M. Sydney Baynes, les membres de l'association se sont réunis à Londres et y ont tenu trois séances. Les sujets examinés par le Congrès, furent les suivants :

Développement commercial des entreprises d'électricité, par MM. Fedden et Collings Bishop;

Economie dans la distribution de l'énergie produite par de petites stations locales ou par les grandes compagnies, par M. J. Snell;

Rendement du matériel à vapeur, par M. Vignoles;

Distribution de l'énergie aux lignes de tramways à l'aide de petites stations, par M. J. Watson;

Alimentation des chaudières, production et rendement.

Les congressistes ont visité de nombreuses stations génératrices d'électricité de Londres, ainsi que le laboratoire national de physique à Bushy.

Cette association a terminé justement ses réunions le jour où sont arrivés les visiteurs étrangers pour la réunion organisée par l'Institution des ingénieurs électriciens. — A.-H. B.

Les tramways électriques de Londres.

On continue à discuter à Londres sur les possibilités et les projets relatifs à la production de l'énergie électrique pour l'alimentation des lignes suburbaines de chemins de fer. D'après une intéressante proposition connue ici sous le nom d' « Additional Company's Bill », d'après laquelle l'énergie serait produite à Saint-Neot's, c'est-à-dire à 50 milles de Londres et transmise à haute tension par des lignes aériennes le long de la voie jusqu'à Eufield et de là par des câbles souterrains jusqu'au centre de la zone desservie; mais ce projet a été mis de côté, quant à présent, par la Chambre des Communes. La raison en est que la municipalisation est l'idée prédominante du gouvernement qui a donné la préférence à la proposition du Conseil de Comté de Londres; celle-ci est donc soumise à l'analyse d'une commission parlementaire et l'on a grand peine à pouvoir justifier de l'existence de ce projet municipal. Il paraîtrait que les Compagnies de chemin de fer ne sont pas du tout disposées à acheter l'énergie à une station municipale dans le cas où celle-ci existerait. Jusqu'ici le Conseil de Comté de Londres a dépendu des Compagnies d'éclairage et de force motrice pour l'alimentation des six lignes de tramways, car la station d'énergie de Greenwich, dont nous avons déjà parlé sommairement et qui a été commencée en 1901, n'a pu mettre en service une première section que le 26 mai dernier. Aussi le Conseil n'a pas encore pris de dispositions nouvelles et les contrats qu'il avait passés avec les Compagnies ont été renouvelés pour une nouvelle période.

La section électrique du chemin de fer Londres-Brigton et Côte Sud, qui emploie du courant alternatif simple entre Battersea et London Bridge, emprunte son énergie à une Compagnie d'électricité du Sud de Londres.

Parmi les projets qui actuellement sont en voie de réalisation à Londres, figurent quelques lignes électriques tubulaires. L'une d'elles, appelée le North East London Railway comprend 4 milles de voie tubulaire et 11 milles de voie ouverte. La section tubulaire coûtera 450 000 livres par mille et la seconde 80 000 livres par mille. Une autre ligne, le North West London Railway, présente 6 milles de voie entre Victoria et Cricklewood. Les tubes ont 3,40 m de diamètre et les dépenses sont estimées par les entrepreneurs, dont fait partie la Brush Electrical Engineering C°, à environ 3 millions de livres.

Une autre ligne, peut-être plus intéressante encore, est la ligne circulaire extérieure de Londres « The London Outer Circle Railway » qui comprendra 32,5 milles de voie ouverte et desservira les districts suburbains de Londres avec une distribution par courants alternatifs simples; les dépenses seront de 6 millions de livres. Si l'on parvient à acheter l'énergie nécessaire à une grande Compagnie au lieu d'installer des stations génératrices spéciales, on économisera environ 500 000 livres. Nous avons déjà parlé à plusieurs reprises de la difficile situation dans laquelle se trouvent les différentes lignes de transport à Londres. La commission gouvernemen-

tale a publié un rapport relatif aux meilleurs moyens à employer pour perfectionner ces transports, mais quand on voit le peu de résultats pratiques obtenus par l'essai des omnibus automobiles on ne peut guère croire à une solution prochaine. Quoi qu'il en soit, ces omnibus sillonnent la capitale et nous croyons que de très fortes sommes ont été engagées dans cette installation. Sera-t-elle temporaire? Nous n'en savons rien, mais il est certain que le principal devoir de la commission est de nommer un « Traffic Board » chargé d'examiner toutes les propositions et de publier un rapport général sur l'état actuel de la locomotion et des transports dans Londres. Ce sera déjà un grand progrès d'accompli. — A.-H. B.

Nouvelle lampe à incandescence à filament de tungstène.

MM. Alexandre Just et Franz Hanaman ont fait breveter récemment une nouvelle lampe au tungstène qui se distingue de la lampe Kuzel par le procédé employé pour fabriquer le filament.

Nous ne possédons jusqu'ici sur cette nouvelle lampe que les renseignements contenus dans le brevet.

Le principe sur lequel repose cette nouvelle fabrication est la production d'un carbure métallique par combinaison directe du carbone d'un filament noyau et du métal déposé par précipitation sur ce noyau; le métal est déposé sur le noyau par décomposition par la chaleur d'un composé gazeux de ce métal; à cet effet, comme dans le procédé de carburation actuellement employé dans la fabrication des lampes à filaments de carbone, le noyau est chauffé par le courant à température élevée dans un récipient contenant le composé gazeux à très basse pression.

Il paraît que, dans ces conditions, si le filament de carbone servant de noyau est suffisamment fin, toute la masse de ce carbone entre dans la réaction et on obtient finalement un filament de carbure.

Ce filament de carbure est porté à haute température dans une atmosphère formée d'un mélange de vapeur d'eau et de gaz réducteurs de façon à oxyder le carbone. D'autres procédés de décarburation sont indiqués dans le brevet, mais ils ne nous semblent pas très intéressants.

Les composés métalliques employés pour effectuer le dépôt de métal sur l'âme seraient de préférence les chlorures. — A. B.

Lampe à incandescence avec filament de zircone.

Nous apprenons que les brevets d'une lampe au zircone viennent d'être achetés par la Société Lacarrière qui se propose de monter une usine pour fabriquer cette lampe en grande quantité. Nous comptons d'ici peu pouvoir donner d'intéressants détails sur la lampe au zircone. — A. B.

La lutte entre la locomotive à vapeur et la traction électrique.

Tel était le titre de la conférence faite le 30 janvier dernier, en présence de l'empereur d'Allemagne, par un haut fonctionnaire de l'administration des chemins de fer de ce pays.

Nous extrayons de cette conférence le passage suivant :

« Il est tout à fait possible, pour les locomotives à vapeur des types actuels, d'atteindre la vitesse de 210 km, que la traction électrique a pu réaliser exceptionnellement au cours des expériences de Zossen-Marienfeld; mais si l'on considère que, dans ces expériences, une seule voiture, d'un poids de 93 tonnes, à 50 places, exigeait, à la vitesse de 200 km, une force de 1700 ch, on doit avoir des doutes sur la possibilité pratique d'appliquer un mode de traction aussi dispendieux, étant donné qu'il exige absolument une voie spéciale à courbes de grands rayons et sans traversées.

« Il est impossible de prévoir aujourd'hui si la traction par locomotive doit, dans un avenir éloigné, faire place à la traction électrique au prix d'un nombre indéterminé de millions. La locomotive a toutefois cet avantage qu'elle est extraordinairement appropriée aux exigences les plus diverses et que son emploi ne comporte aucune sujétion. Sa supériorité technique résulte de ce qu'elle ne dépend pas de stations centrales ou de conduites comme la traction électrique, ce qui est d'une haute importance au point de vue de l'utilisation des voies ferrées dans l'intérêt de la défense du pays. »

Un étrange méfait du courant.

Il est déjà assez rare d'être foudroyé par le contact d'un conducteur à 500 volts et, en effet, c'est à peine si quelques cas mortels ont été signalés et même ces résultats ont d'ailleurs été presque tous contestés, faute de preuves bien évidentes. Mais ce qui devient alors extraordinaire, c'est le fait d'une paralysie et d'une cécité survenant brusquement, par suite du simple voisinage d'un conducteur. Le fait se serait passé à Chicago, en avril dernier. Une voiture automotrice à trolley sortait d'un tunnel et parcourait l'avenue du Nord, lorsque la roulette de la perche, en sautant, heurta un fil de garde, qu'elle brisa; ce fil, se croisant alors sur le conducteur de la ligne parcourue par du courant à 500 volts, vint toucher le sol, à 1 m environ d'une petite fille de douze ans qui passait; une étincelle jaillit, à peine l'enfant put-elle traverser l'avenue, elle était aveugle et à demi-paralysée.

Les tribunaux condamnèrent la Cie Union Traction à lui payer 25 000 fr de dommages et intérêts.

La Compagnie trouve cependant la carte à payer un peu chargée et, poursuivant une enquête contraire, va prouver devant la Cour d'appel que cette enfant était hystérique et qu'elle a été brusquement paralysée et anesthésiée, comme le sont ordinairement ces malades, sous l'effet du bruit et de l'étincelle brillante éclatant tout d'un coup près d'elle. Le courant électrique, bien entendu, n'y serait pour rien. — G. D.

Conférence internationale de télégraphie sans fil.

Une conférence internationale de télégraphie sans fil se réunira à Berlin, le 3 octobre prochain. Les représentants des différentes puissances assisteront à cette importante réunion. — K.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 812 21 Juillet 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES [1]

Les progrès de la télégraphie, le perfectionnement des appareils rapides, les besoins d'une exploitation rationnelle et économique rendent de plus en plus nécessaire la connaissance exacte des phénomènes électriques qui accompagnent les transmissions à travers les lignes et les appareils. Cette connaissance est aussi utile au technicien qui utilise les appareils et les manie journellement qu'à l'inventeur qui en cherche de nouveaux et de plus parfaits. En particulier, la part qu'il convient d'attribuer respectivement à la ligne et à l'appareil dans la formation des signaux et leur influence sur la vitesse de transmission sont des plus utiles à déterminer.

C'est là le but final de l'étude que nous entreprenons aujourd'hui. Les résultats auxquels nous sommes arrivés nous ont paru assez simples et assez nouveaux pour mériter d'être publiés. Cependant nous ne le faisons pas sans une certaine hésitation. Nous n'avons eu, en effet, recours qu'à l'expérience; et, pour que dans cette voie des résultats soient définitivement acquis, il leur faut la consécration du temps et l'épreuve de la discussion. Cette confirmation nous fait pour le moment totalement défaut. Nous n'avons pas pu trouver non plus dans les résultats des théories mathématiques un guide pour nos recherches, car ces théories n'ont pas reçu jusqu'ici des formes simples qui permettent un rapprochement commode avec les faits expérimentaux. Aussi demandons-nous toute l'indulgence de nos lecteurs, et nous osons espérer qu'ils ne s'en montreront pas trop avares, quand ils auront pu apprécier les difficultés que nous avons été obligé de vaincre pour faire une étude complète d'un sujet qui ne paraît pas avoir tenté jusqu'ici beaucoup d'expérimentateurs.

Moyens de recherches. — Depuis longtemps nous avions cherché à nous rendre compte de l'allure des courants qui circulent sur les lignes télégraphiques. Mais il nous avait toujours manqué un appareil approprié et un mode qui nous permît de suivre les variations très rapides des phénomènes, et de les enregistrer de manière à pouvoir ensuite les étudier à loisir. L'apparition de l'oscillographe de M. Blondel, dans la forme qui lui a été donnée dans ces dernières années, est venue rendre possible la solution du problème que nous poursuivions.

Nous rappellerons que le modèle bifilaire, le seul dont la sensibilité convienne à nos besoins, est en somme un genre de galvanomètre d'Arsonval dont le cadre serait réduit à une seule boucle de fil placée dans un champ magnétique permanent très intense. Le rayon lumineux d'une lampe à arc est réfléchi sur le miroir de l'oscillographe à la manière ordinaire, mais au lieu de venir simplement se projeter sur un écran, il se réfléchit auparavant sur un miroir plan qui peut être animé d'un mouvement rapide de rotation autour d'un axe parallèle aux déviations. Ces déviations sont, comme toujours, proportionnelles, à cause de leur petitesse, à l'intensité du courant. Le mouvement du miroir tournant déplace dans un sens perpendiculaire, et suivant une loi connue du temps, le rayon lumineux; de sorte que ce rayon finalement vient décrire une courbe sur un verre dépoli, courbe dont une coordonnée est proportionnelle à l'intensité du courant, et l'autre au temps, si le mouvement du miroir tournant est uniforme.

On est donc dans les conditions voulues pour étudier la variation en fonction du temps du courant qui parcourt l'instrument. En substituant au dépoli une plaque photographique, on obtient une image durable qui peut être commodément étudiée.

Voici maintenant comment nous avons adapté l'appareil à l'usage particulier que nous désirions en faire. Quand on veut prendre une photographie, on commence par fermer le circuit local d'un électro-aimant qui agit sur un volet et masque la lumière de la lampe. Un système d'enclenchement permet ensuite de rompre le circuit au moment convenable. Nous nous sommes servi de ce dispositif pour actionner un manipulateur qui, de cette façon, envoie sur les lignes ou les appareils en expérience le courant qui vient traverser l'oscillographe à l'instant voulu pour que le mouvement du point lumineux puisse impressionner la plaque. Comme l'oscillographe est double, et se compose de deux bobines distinctes, nous avons toujours fait usage de deux manipulateurs. Le premier permet, à un instant toujours le même par rapport à la mise en action du deuxième, d'envoyer dans une bobine le courant à 42 périodes du secteur de la rive gauche. Les oscillations qui s'enregistrent sur la plaque nous ont servi d'échelle des temps, le point de départ de ces oscillations en étant l'origine, de sorte que si dans certains phénomènes le courant à étudier, envoyé par le deuxième manipulateur, mettait un certain temps avant de se manifester, il était aisé de calculer le retard correspondant. Cette particularité a été surtout utilisée pour la mesure de la durée de propagation sur les lignes. Nous y reviendrons au moment voulu.

Utilisation de l'oscillographe. — L'oscillographe ainsi disposé se prête merveilleusement aux études que nous avons en vue. En effet, sa résistance est d'un ohm environ, sa self-induction est inappréciable, de sorte que son intercalation en série sur une ligne ne peut apporter aucun trouble sur les transmissions à étudier. De plus, sa sensibilité est de l'ordre du milliampère, c'est-à-dire qu'une déviation de 1 mm sur la photographie correspond

(1) Conférences faites à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et des Télégraphes.

à 2,5 milliampères; la plaque 9/12 est couverte en un dixième de seconde environ; on a donc pour les courbes recueillies un déplacement de 1 mm en abscisses pour un millième de seconde, et un déplacement de 1 mm en ordonnées pour 2,5 milliampères. Ces chiffres permettent d'étudier très commodément et avec une précision très suffisante pour la pratique les variations des courants télégraphiques.

Division de cette étude. — Cette étude se trouve naturellement divisée en trois parties; nous examinerons séparément les appareils et les lignes, puis les lignes munies d'appareils; mais il nous a paru nécessaire, avant d'aborder l'étude des lignes, d'intercaler un chapitre pour traiter la question des constantes des lignes. Si, en effet, les valeurs de la résistance et de l'isolement sont assez faciles à déterminer et par cela même connues avec une précision suffisante, il n'en est pas de même de la capacité et de la self-induction qui, pour les conducteurs unifilaires, ont été peu étudiées jusqu'ici; de même l'induction due au voisinage de fils en service a du être tout particulièrement examinée, afin de déterminer de quelle façon elle pouvait modifier et troubler les transmissions. De sorte que nous avons cru devoir adopter les quatre divisions suivantes : propagation à travers les appareils; constantes des lignes; propagation à travers les lignes; lignes accouplées à des appareils.

*
* *

I. — PROPAGATION A TRAVERS LES APPAREILS

Nous allons suivre dans l'étude des appareils une marche entièrement expérimentale. Nous examinerons la forme du courant qui les traverse au moment où l'on ferme en local le circuit qui les contient et de cette forme du courant nous essayerons de déduire leurs caractéristiques essentielles au point de vue électrique et leurs conditions de fonctionnement. Pour faciliter notre tâche, nous devrons donc commencer par des appareils très simples, tels qu'une caisse de résistance, un condensateur, une bobine de self-induction ou des combinaisons de ces appareils élémentaires. Ce sera pour nous non seulement l'occasion de nous familiariser avec les différents aspects des courbes de courant, mais aussi un moyen pratique de reconnaître si ces courbes répondent bien aux formules mathématiques qui les concernent, et comme ces formules sont déduites d'hypothèses physiques sur la nature des éléments en jeu, ce sera finalement une vérification qu'un appareil simple, comme une caisse de résistance, un condensateur ou une bobine de self-induction, tel qu'on peut se le procurer dans le commerce, représente bien la réalisation matérielle des propriétés idéales qu'on attribue au point de vue physique à une résistance, à une capacité ou à une self-induction.

§ 1. — Appareils simples.

Boite de résistances. — Nous commencerons par la boîte de résistance. L'idée physique qu'on se fait d'une résistance est résumée dans la loi d'Ohm.

$$I = \frac{E}{R}$$

Dès qu'on ferme le circuit, le courant I doit prendre instantanément sa valeur définitive et doit la conserver indéfiniment. Quand on ouvre le circuit, le courant doit immédiatement s'annuler. C'est en effet ce qu'on constate avec l'oscillographe. S'il n'en est pas entièrement ainsi, il suffit de modifier le réglage de l'appareil, d'améliorer son amortissement, par exemple, pour faire disparaître toute anomalie, de sorte que nous devons admettre que les caisses de résistance représentent suffisamment pour la pratique la réalisation de la notion de résistance, telle qu'elle découle de la loi d'Ohm.

Condensateur. — L'idée qu'on se fait d'un condensateur est celle d'un réservoir qui peut emmagasiner une certaine quantité d'électricité Q proportionnelle à sa tension E.

$$Q = CE$$

Le coefficient de proportionnalité C s'appelle la capacité du condensateur, et cet élément doit jouir des propriétés suivantes : il doit avoir une valeur constante, quelle que soit la tension E; cette valeur doit demeurer invariable, quelle que soit la durée de la charge, de sorte que le condensateur doit se charger ou se décharger instantanément et cela complètement.

Ces conditions sont loin d'être remplies par les condensateurs industriels.

Si nous prenons, par exemple, un condensateur étalon, fabriqué avec le plus grand soin, nous constaterons qu'il prend instantanément une certaine charge, la plus grande partie de sa charge, mais qu'il continue à absorber de l'électricité pendant longtemps encore. A la décharge les mêmes phénomènes se produisent en sens inverse. C'est là l'origine des *phénomènes résiduels* bien connus et qui ont été observés pour la première fois sur des bouteilles de Leyde chargées par des machines statiques.

Nous avons eu l'occasion d'observer sur quelques condensateurs la marche du phénomène de charge, ce qu'on appelle l'*électrification* du condensateur, et nous en donnons ci-après un résumé.

L'importance de l'électrification, c'est-à-dire de la charge que peut absorber le condensateur en plus de la charge instantanée, dépend de la nature du diélectrique. Quand ce diélectrique a une tendance à s'électrolyser, soit par sa constitution chimique, soit par son état physique, l'électrification s'accentue. Ainsi la gutta est très électrifiable, le verre l'est moins, quoique encore très sensiblement, la paraffine et le mica ne le sont presque pas. Mais

avec le temps la paraffine le devient; aussi les condensateurs faits avec cette substance perdent-ils beaucoup de leurs qualités avec le temps. Leur isolement diminue en même temps qu'ils présentent des phénomènes résiduels de plus en plus marqués et ne tardent pas à devenir inutilisables.

	Condensateur au mica. 1 microfarad. Isolement 8 700 mégohms.	Condensateur à la paraffine déjà vieux. 1 microfarad. Isolement 800 mégohms.	Condensateur de verre. Isolement 22 000 mégohms.
Charge instantanée. . .	17 900	15 800	161
De 0 à 1 seconde . .	56	1 700	12
» 1 à 2 » . .	35	730	9
» 2 à 3 » . .	24	520	6
» 3 à 4 » . .	18	350	5
» 4 à 5 » . .	13	220	4
» 9 à 10 » . .	8	80	3
» 14 à 15 » . .	6	50	2
» 29 à 30 » . .	3	30	1,5
» 59 à 60 » . .	2	22	0,75

On se sert généralement du galvanomètre balistique pour mesurer les capacités. Il est facile de comprendre, d'après ce tableau, que la capacité mesurée dépendra du temps de charge. Si ce temps dure près d'une seconde, comme c'est souvent le cas avec le galvanomètre Thomson, nous trouverons pour le condensateur au mica une capacité 0,2 0/0 plus grande que la capacité instantanée. On aurait une différence supérieure à 10 0/0 avec le condensateur à la paraffine et de 8 0/0 avec celui de verre.

Nous devrons donc renoncer à notre hypothèse de la capacité invariable, mais nous pourrons, néanmoins, admettre que dans des conditions bien définies d'utilisation, la valeur de la capacité d'un condensateur est une quantité constante.

Considérons maintenant un circuit comprenant une pile E, une résistance R et une capacité C. Le condensateur ne pourra pas se charger instantanément. Quand il aura pris une charge q, on conclut de la relation fondamentale

$$q = Ce$$

qu'il doit se comporter comme une force contre-électromotrice égale à $\frac{q}{C}$.

Le calcul alors donne pour le courant de charge,

$$I = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{CR}}$$

e étant la base des logarithmes népériens ($e = 2,718$).

La figure 1 donne la forme de cette courbe en fonction de la quantité $\frac{t}{CR}$.

On voit que I est réduit à la moitié de sa valeur initiale $\frac{E}{R}$ et pour

$$\frac{t}{CR} = 0.69 \quad t = 0.69\, CR$$

Les courbes recueillies à l'oscillographe ont bien cette forme et la formule que nous venons de rappeler permet de déduire C des propriétés de la courbe et de la valeur connue de R. Par exemple, avec une pile de 35 volts, et une résistance de 600 ohms, nous avons trouvé pour t la valeur 0,0214 seconde. On déduit de là

$$C = \frac{0,0214}{600 \times 0,69} = 51,7 \text{ microfarads}$$

Le condensateur employé était de 52 microfa-

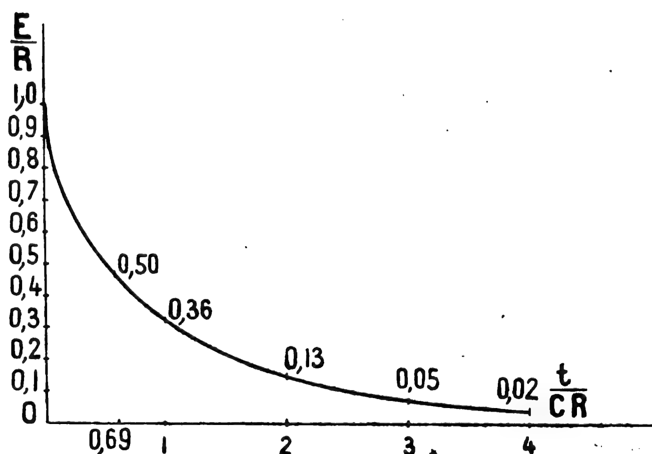


Fig. 1. — Courbe de charge d'un condensateur.

rads. Il y a là une concordance satisfaisante, entre l'expérience et le calcul.

A la décharge, les phénomènes sont les mêmes, mais le courant change de sens.

Bobine de self-induction. — L'idée physique qu'on se fait d'une self-induction, c'est qu'au moment où l'on ferme un circuit, le champ magnétique, développé par le courant, ne s'établit que progressivement. Il en résulte une variation

de flux magnétique à travers le circuit et production d'une force contre-électromotrice d'induction donnée par la formule

$$e = -L \frac{dI}{dt}$$

Cette hypothèse soumise au calcul donne pour le cöurant la formule

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{tR}{L}}\right)$$

La courbe est analogue à celle de la capacité, car elle renferme la même exponentielle; elle en diffère en ce qu'elle part de zéro pour arriver à la valeur $\frac{E}{R}$, tandis que, pour la capacité, elle part de $\frac{E}{R}$ pour aboutir à zéro.

Le courant I atteint encore la moitié de sa valeur maximum $\frac{E}{R}$ pour un temps $t = 0{,}69 \frac{L}{R}$, et cette propriété permet de constater, au moyen de courbes recueillies à l'oscillographe, qu'il y a accord entre les valeurs indiquées et mesurées de la self-induction des bobines industrielles. Ainsi, nous trouvons pour la pile de 35 volts, et une résistance de 108 ohms, que le courant atteint la moitié de sa valeur de régime au temps 0,00634 seconde. Ceci nous donne

$$L = \frac{108 \times 0{,}00634}{0{,}69} = 0{,}992 \text{ henry.}$$

La bobine employée était un étalon de 1 henry.

Pour la décharge, les courbes ne sont pas ici toujours identiques aux courbes de charge. C'est qu'en effet la décharge peut être provoquée de deux façons. On peut mettre la pile en court circuit, ou ouvrir le circuit. Dans le premier cas, la résistance du circuit ne varie pas (en supposant celle de la pile négligeable); dans le deuxième, elle devient infinie. Le courant, dans le cas de la décharge, est donné par la formule

$$I = \frac{E}{R} e^{-\frac{tR}{L}}$$

On conçoit donc que si la résistance ne varie pas, la courbe est symétrique de celle de la charge; si la résistance devient infinie, le courant s'annule immédiatement. L'expérience confirme pleinement cette manière de voir.

Nous n'avons pas de phénomènes de ce genre avec le condensateur, parce que, dès qu'il est chargé, le courant cesse, il a emmagasiné une certaine quantité d'énergie, qu'il restituera à la décharge, mais cette énergie est à l'état de repos, à l'état potentiel. On peut ouvrir le circuit sans provoquer aucun phénomène nouveau. Au contraire, dans la bobine de self-induction, l'énergie résidant dans le champ magnétique est à l'état cinétique, elle n'est pas en repos, elle ne se maintient que grâce à la circulation du courant. Si on ouvre brusquement le circuit, le courant continue à passer pendant un temps très court, sous forme d'étincelle, et consomme en chaleur l'énergie cinétique du champ qui disparait instantanément.

DEVAUX-CHARBONNEL.

(*A suivre.*)

LE CHEMIN DE FER A TRACTION ÉLECTRIQUE

DE L'EXPOSITION DE MILAN

(Suite) (1)

Ligne de trolley. — Le fil de trolley, placé à 5,50 m au-dessus du niveau de chaque voie, est alimenté par du courant alternatif à 2000 volts. Il est constitué par un fil de cuivre dur électrolytique de 50 mm² de section.

Partout où le fil de trolley est suspendu à des fils transversaux, on a employé des isolateurs d'un modèle spécial munis d'un dispositif métallique de suspension, très simple et très pratique, qui permet de fixer, à l'intérieur de l'isolateur, la tige supportant le fil de trolley sans qu'il soit nécessaire d'employer un procédé de scellement quelconque. La figure 1 [*A*] représente le type d'isolateur à oreilles utilisé dans les parties droites de la ligne et la figure 1 [*B*] celui qui est employé dans les courbes.

Pour obtenir un meilleur isolement du fil de trolley par rapport à la terre, on ne s'est pas contenté de placer un isolateur sur le fil de suspension, mais on a, en outre, fixé ce dernier au sommet des poteaux par l'intermédiaire d'isolateurs à double cloche (fig. 1 [*C*]) de dimensions relativement faibles, mais néanmoins très résistants au point de vue mécanique.

Dans les stations, étant donnée la faible hauteur à laquelle on aurait dû placer les fils de suspension et afin d'éviter tout accident possible de personne, on a fait usage d'isolateurs spéciaux fixés à une traverse en bois (fig. 1 [*D*]), ce qui a permis de supprimer les fils de suspension que les voyageurs, stationnant sur le quai d'embarquement, auraient pu atteindre avec une canne ou tout autre objet. Les pinces destinées à fixer le fil de trolley sont d'un modèle très pratique. Les isolateurs de la ligne ainsi que ceux qui supportent les fils de suspension transversaux ont été établis, comme forme et comme dimensions, pour pouvoir supporter une tension alternative efficace de 10 000 volts, afin de pouvoir, après l'Exposition, continuer

(1) Voir *l'Electricien*, tome XXXI, p. 405, juin 1906.

des essais de traction à courant alternatif simple sous des tensions en ligne qui seront portées progressivement de 2000 à 10 000 volts.

Les fils de trolley sont protégés contre les décharges atmosphériques par des parafoudres à cornes du modèle ordinaire.

La prise de courant peut se faire soit avec une roulette, soit avec un archet.

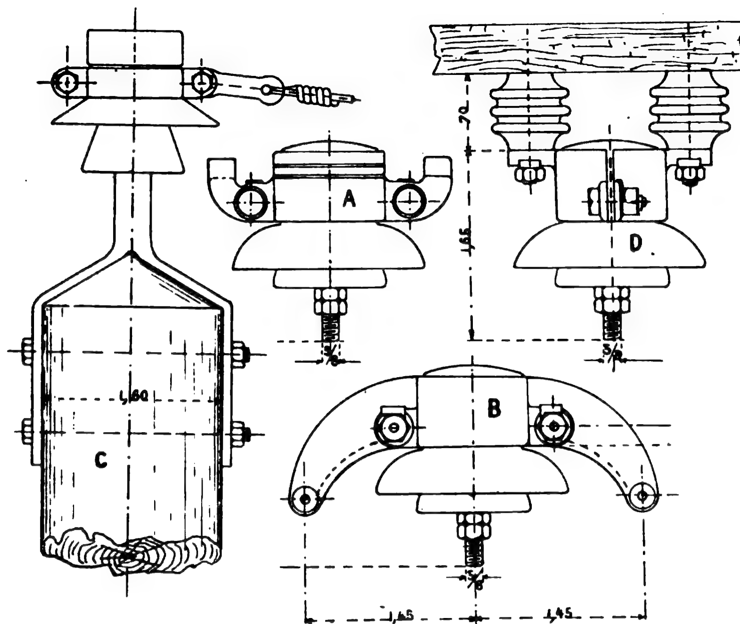


Fig. 1.

Matériel roulant. — Le matériel roulant comprend quatre trains complets (fig. 2) et un demi-train de réserve. Chaque train se compose de quatre voitures à deux essieux placés à 4 m l'un de l'autre. La longueur de chaque voiture est de 10 m et, par conséquent, celle du train complet est de 40 m.

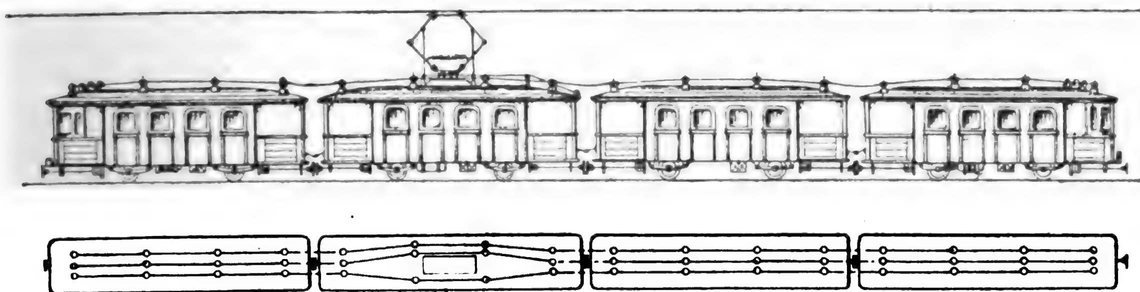


Fig. 2.

Chaque train peut recevoir 250 voyageurs, dont 96 assis. Chaque voiture, y compris les voyageurs, pèse 14 tonnes, soit 56 tonnes pour la totalité du train.

La vitesse de marche maximum est d'environ 35 km à l'heure.

Les voitures sont de construction très solide et parfaitement aménagées pour le service qu'elles doivent effectuer. Elles sont toutes du même modèle avec compartiment fermé et plateformes couvertes à l'avant et à l'arrière. Le toit des voitures est à 2,35 m environ au-dessus du plancher dans la partie centrale. Les sièges sont disposés transversalement, avec couloir dans toute la longueur de la partie

fermée, de manière à avoir deux sièges d'un côté du couloir et un de l'autre. Il y a au total

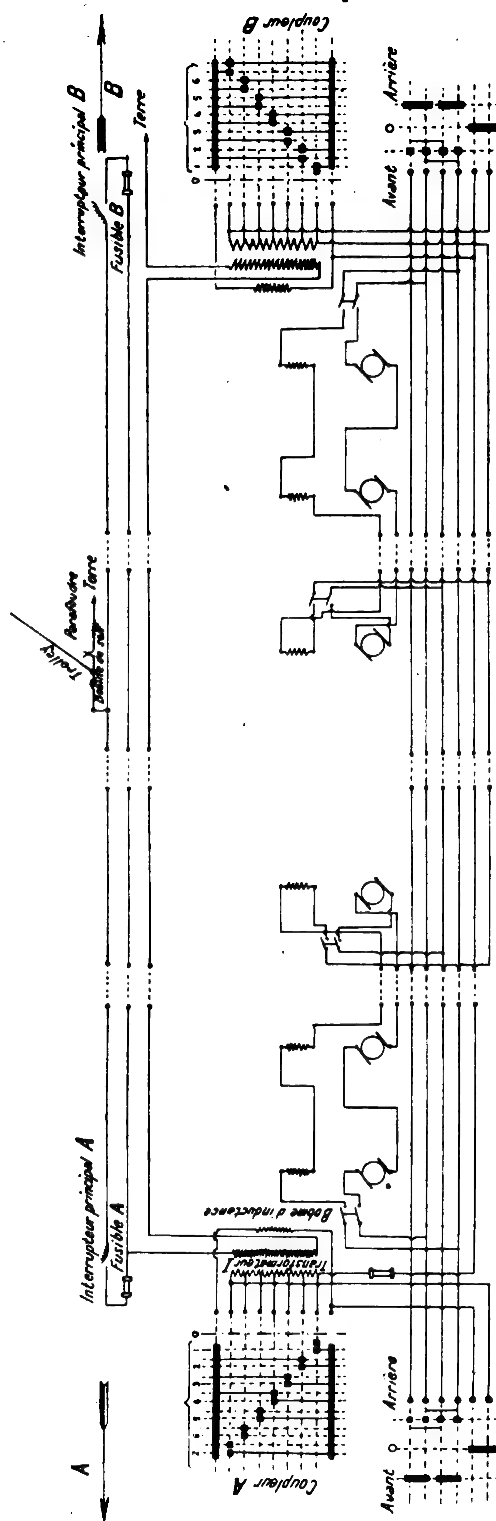


Fig. 3.

24 places assises et les sièges sont munis de coussins et de dossiers recouverts de velours rouge. La caisse de la voiture comporte sur chaque côté quatre fenêtres de 1,15 m de largeur avec glaces mobiles; la partie fermée a 5,60 m de longueur.

La largeur des voitures, y compris toutes les saillies, est de 2,10 m. Aux deux extrémités et sur chaque côté sont les portes d'accès, de 1,20 m de largeur, que l'on peut fermer au moyen de grilles disposées de manière à être le moins encombrantes possible lorsqu'elles sont ouvertes. Les voitures ne comportent pas de marchepieds, car les plateformes se trouvent presque de niveau avec les quais des stations aussi bien du côté du départ que du côté de l'arrivée. Chaque voiture est garnie extérieurement de lames d'acier; le toit est recouvert de toile de chanvre imperméable et garni, en outre, de lames de cuivre reliées à la terre et destinées à produire un court-circuit, faisant fonctionner le disjoncteur de la station génératrice, si, pour une cause quelconque, un des fils à haute tension venait à tomber sur le toit de la voiture.

Les voitures sont montées sur deux bogies de manière à pouvoir circuler facilement dans des courbes de 25 m de rayon.

Indépendamment du frein à vide, chaque voiture est pourvue d'un frein à sabots, manœuvré de la cabine du mécanicien, à l'aide d'un volant, par l'intermédiaire d'engrenages et d'une chaîne.

Les voitures ont été étudiées et construites par l'*Officine Meccaniche* de Milan.

La figure 3 montre les connexions électriques d'un train complet pour les circuits à haute et à basse tension.

La caractéristique du système de commande d'un train à unités multiples est la simplicité du dispositif employé pour commander le train de l'une ou de l'autre extrémité. Ce système, du à M. Finzi, est une application de la division du transformateur en deux parties, l'une installée sur la première voiture et l'autre sur la dernière, ainsi qu'une application du brevet Finzi-Tallero relatif au mode de régulation multiple.

Comme on le voit sur le schéma (fig. 3), le

courant à haute tension (2000 volts, 15 périodes), traverse d'abord une bobine de self destinée à produire une résistance apparente obligeant les décharges atmosphériques à passer par le parafoudre. De là, le courant arrive au relais de l'interrupteur principal qui peut être actionné à la main ou fonctionner d'une manière automatique, traverse le fusible à haute tension et arrive au circuit primaire du transformateur placé sur la première voiture. Du circuit primaire du transformateur, le courant, par l'intermédiaire d'un des trois conducteurs disposés sur le toit de la voiture, se rend au transformateur de la dernière voiture et de là à la terre.

Les deux autres conducteurs à haute tension, placés sur le toit de la voiture, sont utilisés, l'un pour amener le courant, capté par le trolley, aux interrupteurs principaux; l'autre pour la mise en parallèle du circuit primaire du premier transformateur avec les deux interrupteurs principaux et, par conséquent, avec le trolley.

La voiture de tête ainsi que la voiture de queue du train sont munies chacune de deux moteurs monophasés Finzi.

Les voitures intermédiaires n'ont qu'un seul moteur. Un train complet est, par conséquent, actionné par six moteurs ayant chacun une puissance effective de 30 ch. Ces six moteurs sont montés par trois en série sur le circuit secondaire du transformateur.

Par suite de la division du transformateur en deux sections, ainsi qu'on l'a déjà dit précédemment, dès que l'on place la manette du coupleur sur le premier contact de marche, la tension aux bornes du moteur a la même valeur que celle qui existe aux bornes du secondaire du transformateur installé dans la dernière voiture du train, c'est-à-dire la moitié de la tension maximum disponible. Les expériences faites jusqu'à ce jour ont montré que cette valeur de la tension était celle qui convenait le mieux pour obtenir le démarrage de moteurs monophasés montés en série.

En amenant successivement la manette du coupleur sur les contacts 2, 3, 4, 5, 6 et 7, on augmente graduellement la tension, de 30 en 30 volts, aux bornes des moteurs, tension dont la valeur totale passe du minimum, 180 volts, au maximum, 360 volts. Comme il y a toujours trois moteurs montés en série dans le circuit secondaire, la différence de potentiel appliquée aux bornes de chaque moteur passe de 60 volts, au moment du démarrage, à 120 volts par augmentations successives de 10 volts.

Les dispositifs de commande placés aux deux extrémités [du train] étant] absolument symétriques, on comprend facilement qu'il soit possible, en manœuvrant le coupleur, d'obtenir la tension qui convient le mieux à la marche des moteurs, suivant les conditions particulières du point de la voie où se trouve le train.

Le coupleur est muni, comme d'ordinaire, d'un cylindre secondaire qu'il suffit de manœuvrer pour obtenir la marche en sens inverse. L'inversion du sens de marche s'obtient de la même manière qu'avec les moteurs à courant continu en série, c'est-à-dire en inversant le courant dans le circuit formé par l'induit et l'enroulement compensateur en série.

Eclairage électrique des voitures. — Etant donné les fortes variations d'intensité du courant de la ligne, variations dues à la marche même du train, on a eu recours pour alimenter les lampes à incandescence installées dans les voitures à une batterie d'accumulateurs Hensemberger, du type en service sur les chemins de fer de l'Etat.

Afin d'éviter toutes variations de tension aux bornes des lampes, elles ont été montées sur un circuit en boucle.

Trolley. — Pour la prise de courant sur le fil de ligne, on utilise provisoirement des archets du type Siemens, au nombre de deux par train, l'un pour la marche dans un sens, l'autre pour la marche en sens contraire. Ce système de prise de courant présente l'inconvénient d'exiger, chaque fois que le train arrive au terminus de la voie, une manœuvre consistant à abaisser l'un des archets et à mettre l'autre en prise avec le conducteur de la ligne. Indépendamment de la perte de temps causée par cette manœuvre, perte de temps qui n'est pas négligeable dans les moments de trafic intense, il peut arriver que l'on oublie d'effectuer le changement d'archet et alors l'archet, indûment relevé, peut causer la rupture du fil de trolley.

Pour éviter cet inconvénient, MM. Finzi et Tallero ont réalisé un système de trolley à double roulette (fig. 4) permettant d'éviter la production d'étincelles, toujours cause de détériorations dans les systèmes de traction à haute tension et, de plus, pouvant fonctionner parfaitement dans les deux sens de marche. Comme le montre la figure 4, la disposition donnée à ce trolley a été étudiée pour obtenir un ensemble très élastique, afin que lorsque une des roulettes passe sur la saillie produite par le support du conducteur, à chaque point de suspension, l'autre roulette reste en contact

avec le fil, empêchant ainsi toute interruption momentanée du circuit. Le dispositif spécial de montage des roulettes facilite beaucoup leur roulement.

L'ensemble du trolley est porté par de solides isolateurs en porcelaine fixés sur une traverse en bois placée sur le toit de la voiture.

suffisante, sont garnies de toiles métalliques destinées à arrêter les poussières entraînées.

Ce type de transformateur pèse environ 800 kg.

De l'un des côtés du transformateur, partent les câbles à basse tension, qui amènent le courant aux différents contacts des coupleurs; du

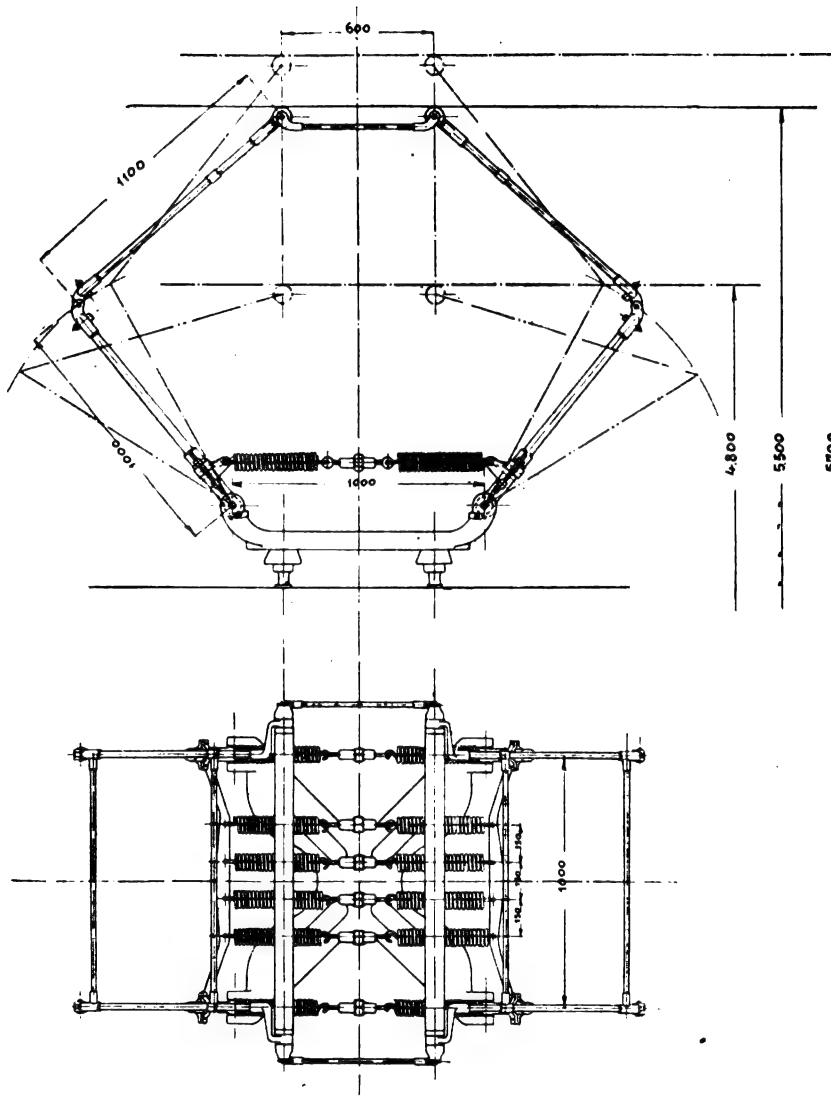


Fig. 4.

Transformateurs. — Le transformateur monophasé Finzi installé sur les voitures a une puissance de 40 kw. C'est un transformateur du type ordinaire, calculé pour présenter le poids minimum et avoir les dimensions les plus réduites possible; il est refroidi par l'air et muni d'un couvercle portant deux oreilles qui servent à le fixer au châssis de la voiture. Afin d'éviter l'accès de la poussière à l'intérieur du transformateur, les ouvertures pratiquées dans son enveloppe, pour assurer une ventilation

côté opposé se détachent les câbles à haute tension amenant le courant de la ligne.

Ayant au primaire de chacun des deux transformateurs une tension de 1000 volts, le rapport de transformation est tel que l'on a aux bornes du circuit secondaire une différence de potentiel d'environ 180 volts. Des dérivations sont prises sur le circuit secondaire, de manière à obtenir différentes tensions comprises entre 0 et 180 volts.

Les deux transformateurs de chaque train

étant couplés en série, ils fonctionnent sous une différence de potentiel de 2000 volts.

Moteurs. — Les moteurs utilisés sont des moteurs monophasés en série, système Finzi, d'une puissance de 30 chevaux. Le système inducteur comporte six pôles et est muni d'un enroulement compensateur, destiné à produire un flux orthogonal à celui qui est dû à l'excitation, afin d'annuler les effets de self-induction de l'induit, augmentant ainsi la valeur du facteur de puissance et assurant un meilleur rendement. La carcasse, de forme cylindrique, est percée de fenêtres qui assurent une ventilation naturelle simple et efficace.

Les couvercles qui servent à fermer la carcasse portent les paliers qui sont de longueur relativement grande, et qui sont disposés pour prises pour éviter les effets de la force centrifuge sur l'enroulement aussi bien que sur les lames du collecteur, la vitesse périphérique étant relativement grande étant donné le faible diamètre de l'induit.

Les porte-balais, étudiés par MM. Finzi et Tallero, méritent une mention spéciale. Ils sont de construction très simple et peu encombrants, réalisant toutes les conditions désirables qu'exige une machine électrique en général, et les moteurs de traction en particulier, c'est-à-dire d'être très solides, étant donné que le collecteur a un grand diamètre et est en même temps très peu large, laissant ainsi à découvert la majeure partie du collecteur. Ces porte-balais présentent en outre le grand avantage de permettre le réglage facile des balais, chacun de

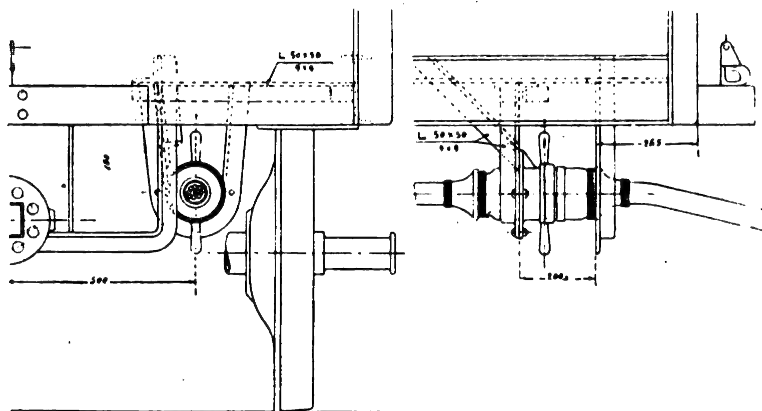


Fig. 5.

être lubrifiés à l'huile dans leur partie inférieure et à la graisse dans leur partie supérieure. Le couvercle placé du côté du collecteur porte un solide anneau sur lequel sont fixés les porte-balais. Les porte-balais sont au nombre de six comme les pôles. Les trois balais de même signe sont reliés ensemble sur l'anneau qui leur sert de support.

L'induit est constitué par un arbre en acier portant un manchon de même métal, sur lequel sont enfilées les tôles du noyau. La périphérie de ce noyau est entaillée de 65 rainures, dans lesquelles sont logées les barres de cuivre formant un enroulement parallèle avec connexions équipotentielles disposées sur la face opposée à celle où se trouve le collecteur. Sur une des extrémités de l'arbre est fixé, à l'aide d'une clavette, le pignon de commande. Les conducteurs de l'induit sont reliés sans résistance aux lames du collecteur. Des précautions spéciales ont été ces derniers étant soumis à l'action d'un ressort en boudin placé à l'extérieur du porte-balais.

Le moteur, sans les engrenages, pèse environ 1000 kg. La réduction de vitesse est dans le rapport 71 : 14.

Bobine de réactance. — Afin de pouvoir amener successivement la manette du coupleur d'un plot de contact aux suivants, sans pour cela interrompre le circuit, c'est-à-dire sans mettre en court-circuit la section de l'enroulement secondaire du transformateur placée entre deux prises de courant successives, on a utilisé avec avantage des bobines de réactance intercalées entre les différents plots du coupleur. Elles sont constituées par du fil de cuivre isolé enroulé sur un noyau en fer feuilleté, affectant la forme d'un anneau.

Coupleur. — Le type de coupleur étudié par l'ancien Comité de traction a été construit par la maison Glökner de Cologne. Il a d'assez

grandes dimensions, car il doit pouvoir supporter des intensités de courant assez élevées, allant jusqu'à 700 ampères environ. Le cylindre principal se manœuvre à l'aide d'un volant et le cylindre d'inversion au moyen d'un levier du modèle ordinaire.

Ce coupleur a été étudié de manière que la carcasse et le cylindre d'inversion puissent être utilisés pour sa transformation en coupleur à courant continu en remplaçant simplement le cylindre principal. C'est pourquoi les coupleurs en service sont pourvus de bobines de soufflage électromagnétiques qui, avec le courant alternatif, sont non seulement inutiles, mais encore peuvent, dans certains cas, être nuisibles, aussi ne les utilise-t-on pas actuellement.

Câbles de connexion des voitures. — Dans l'équipement électrique des voitures, il y a un point important dont l'étude présente certaines difficultés. C'est l'établissement des câbles du circuit à basse tension reliant les voitures entre elles. Comme on le voit sur la figure 5, le dispositif adopté consiste à munir les deux extrémités de chaque voiture d'une petite boîte de jonction munie de douilles reliées respectivement aux différents conducteurs du câble et dans laquelle on place l'extrémité du câble de la voiture voisine, extrémité munie de chevilles qui viennent se loger dans leurs douilles respectives.

En ce qui concerne le circuit à haute tension installé sur le toit des voitures, les boîtes de jonction, permettant de relier entre elles électriquement les voitures d'un même train, ont été disposées pour que les conducteurs puissent facilement se détacher du côté où se trouve la voiture portant le trolley. Dans le cas où un des joints viendrait à céder et, par conséquent, où le câble rompu tomberait entre les voitures, ce câble ne se trouverait pas en charge, car la connexion serait interrompue précisément du côté où la ligne est directement reliée au trolley.

***

Naturellement, chaque train est muni de freins à air comprimé ainsi que de sablières.

La ligne comporte une installation complète de signaux et elle a été divisée en six sections avec postes de block. En outre un poste téléphonique a été installé dans chacune des deux stations, permettant ainsi au personnel d'échanger les communications de service. La ligne téléphonique, posée sur les appuis de la ligne à haute tension, est bifilaire afin d'éviter les effets d'induction de la ligne d'alimentation à haute tension.

LAMPE FLAMME OLIVER

Cette lampe, qui était présentée récemment à Londres à l'exposition de l'Olympia sous le nom de lampe « oriflamme », est du type à crayons convergents.

Ce qui caractérise cette nouvelle lampe, c'est l'emploi d'un magasin à charbons qui permet de présenter automatiquement et sans extinction un charbon neuf dès que le charbon en service est consumé.

Les crayons employés sont à âme minéralisée; ils sont de très petite section et ont par conséquent une assez courte durée; dans les lampes de 9 ampères, cette durée estde 5 heures environ pour une longueur de 31 cm, soit une consommation de 6 cm à l'heure alors que les lampes à crayons de carbone pur ne brulent dans le même temps que 16 à 17 mm. Comme le magasin peut contenir huit à neuf paires de crayons, la durée d'éclairage varie de 40 à 45 heures environ.

L'angle sous lequel brûlent les charbons est de 22°; les boîtes contenant les charbons de rechange ont la même inclinaison.

Le mécanisme de remplacement automatique des charbons se compose d'une chaîne qui est mise en mouvement par un pignon denté actionné lui-même par un mécanisme spécial; les crayons sont poussés vers la fente latérale de chaque boîte-magasin par un ressort, tandis que le charbon qui est en service est entraîné par un doigt solidaire de la chaîne. C'est au moment où ce doigt est arrivé au bas de sa course et que le charbon en service est par suite usé, que le charbon suivant qui doit le remplacer est libéré; un second doigt, également fixé sur la chaîne, vient alors se placer à l'extrémité supérieure du nouveau charbon.

Pour effectuer l'allumage et le réglage de l'arc, une des boîtes-magasin est mobile autour d'un axe placé au sommet de la lampe; sous l'action d'un électro-aimant, cette boite oscille, écartant ainsi les deux charbons et faisant jaillir l'arc. Dès que ce mouvement a atteint son amplitude maximum, il se produit un contact qui fait agir le mécanisme de commande de la chaîne, les charbons se rapprochent. Le réglage de la longueur de l'arc est obtenu par le même procédé.

La lampe comporte un réflecteur collecteur

des produits de combustion et un dispositif pour l'évacuation des poussières non déposées.

Les bouts de crayons rejetés sont reçus dans un cendrier placé à la partie inférieure du globe.

Il paraît que, grâce à l'angle très faible sous equel se rencontrent les charbons, le soufflage magnétique devient inutile.

La tension nécessaires est de 35 volts; la lampe du type de 9 ampères consomme 360 watts. Ces lampes peuvent marcher par 5 en série sous la tension de 200 volts.

A. B.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 6 AVRIL 1906.

M. le Président annonce que le 6e Congrès international de chimie appliquée se tiendra à Rome du 25 avril au 3 mai de cette année.

M. Henri Le Chatelier est délégué pour représenter la Société française de physique à ce Congrès.

Boîte pour la mesure de la résistance des électrolytes, par M. Armagnat. — Le dispositif de MM. Ferrié et Carpentier pour la mesure des résistances des électrolytes repose sur les propriétés des détecteurs électrolytiques.

Lorsqu'un fil de platine très fin est plongé dans un liquide conducteur, l'acide sulfurique par exemple, le courant passe facilement du fil à l'électrolyte et difficilement dans le sens inverse, tant que la différence de potentiel ne dépasse pas une valeur critique comprise entre 1 et 2 volts. Le détecteur est composé essentiellement de deux électrodes en platine plongeant dans un vase rempli d'eau acidulée; il faut que l'une des deux électrodes ait une très petite surface, l'autre peut être quelconque.

En réunissant un détecteur et une pile ou un accumulateur avec un galvanomètre, on constate que celui-ci ne dévie pas; mais, si l'on envoie dans le même circuit un courant alternatif ou un courant périodique quelconque, le galvanomètre dévie dans le sens du courant fourni par la pile. La déviation obtenue n'est pas proportionnelle au courant alternatif, elle tend vers une limite qui correspond au courant maximum que peut fournir la pile dans le circuit considéré.

Ce dispositif permet de déceler de très petits courants alternatifs au moyen d'un galvanomètre à courant continu, il peut remplacer le téléphone pour la mesure de ces courants et il a l'avantage sur ce dernier de donner des indications visibles.

Pour la mesure des résistances des électrolytes une boîte de résistances à pont de Wheatstone peut être employée, car il n'est pas nécessaire d'avoir la continuité qui est indispensable lorsqu'on se sert du téléphone.

Le schéma de la boîte construite par M. Carpentier pour ces mesures est celui du pont de Wheatstone : deux bras de proportion A et B donnent les rapports 1/10, 1 et 10. Une série de résistances à contacts glissants permet de donner à R des valeurs compr ses entre 10 et 5000. La boîte renferme un galvanomètre à cadre mobile, monté sur pivots, dont la sensibilité est suffisante pour déceler nettement un courant de 3 à 4 micro-ampères; dans ces conditions, il est facile de mesurer, à moins de 1 pour 100 près, des résistances d'électrolytes comprises entre 100 et 50 000, en faisant usage du courant alternatif à 110 volts des réseaux d'éclairage. A défaut de ce courant on peut employer, comme dans la méthode de Kohlrausch, le courant fourni par une petite bobine d'induction.

SÉANCE DU 4 MAI 1906

M. le Président annonce la mort de M. P. Curie.

« Messieurs,

« Un épouvantable accident vient d'enlever, à la science française, l'un de ses représentants les plus brillants et les plus sympathiques, en pleine force de l'âge, dans toute la maturité d'une talent dont elle avait à attendre encore de longs et éclatants services.

« Il serait superflu ici de rappeler les travaux de P. Curie, vous les connaissez tous; mais, pour le public et même pour beaucoup de gens d'une certaine culture, il en est tout autrement, et le radium, précisément parce que sa découverte a, dans une certaine mesure, éclipsé ses œuvres antérieures, pourrait passer pour résumer tout ou presque tout ce que la science lui doit; rien n'est moins vrai cependant, et, dans la plupart de ses Mémoires, la profondeur de vue, l'intuition des phénomènes et de leurs rapports, le discernement des analogies, en un mot tout ce qui constitue le tempérament du vrai physicien se retrouve à un degré aussi élevé que dans le travail célèbre auquel il doit la popularité de son nom; la vérité est que les travaux de P. Curie, antérieurs à la découverte du radium, comportaient déjà la matière d'une remarquable carrière scientifique; ils auraient suffi largement à justifier les hautes récompenses dont il a été ici l'objet et la situation tardive, trop tardive, qui enfin lui avait été faite; Curie a connu, en effet, des temps difficiles, il a subi d'amères déceptions et ceci à une époque où cependant sa valeur ne pouvait plus être discutée; j'aurai toute ma vie sur le cœur que des travaux dont nous sommes aujourd'hui légitimement si fiers aient failli ne pas sortir d'un laboratoire français.

« Vous savez tous, Messieurs, quel a été l'homme privé; faut-il vous rappeler le charme de ce caractère empreint de douceur et de naïveté, son incomparable modestie, une loyauté absolue et une droiture dans ses convictions qui s'imposait même à ceux qui étaient loin de les partager.

« Je serai certainement, Messieurs, l'interprète de vos sentiments à tous en adressant à Mme Curie l'expression de notre respectueuse sympathie; elle fut, pour notre malheureux confrère, non seulement une compagne dévouée, mais encore une inestimable collaboratrice, qui bien souvent a dû raviver l'espoir chancelant au milieu des difficultés et des insuccès passagers de longues et laborieuses recherches; elle a droit à notre reconnaissance en même temps qu'à notre sympathie. »

M. le Président donne lecture des télégrammes de condoléances envoyés par M. Piltchikoff et par M. Heseus au nom des membres de la Société physico-chimique russe de Saint-Pétersbourg.

M. le Président adresse ensuite quelques paroles à la Société à propos de la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. Emile Nogué.

Il adresse ensuite ses remerciements au nom de la Société de physique :

A Messieurs les Directeurs des Compagnies de chemins de fer qui ont bien voulu faciliter le voyage de Paris à plus de 200 de nos confrères de province.

A la Société Gramme et en particulier à M. Javaux qui a mis gracieusement à notre disposition le groupe transformateur qui a servi à nos séances.

De même à M. Dinin qui nous a gracieusement prêté la batterie d'accumulateurs.

A Messieurs les Conférenciers :

Particulièrement à M. le professeur Rubens pour sa très remarquable conférence; et à MM. B. Brunhes et Matignon dont les intéressantes conférences ont eu un vif succès.

A la direction de l'usine centrale de Saint-Denis et en particulier à M. Genis, président du Conseil d'Administration, pour la belle réception faite aux membres de notre Société.

Enfin à M. Sandoz pour le zèle éclairé avec lequel, comme toujours, il a présidé à l'organisation de nos séances.

Il remercie enfin M. Mildé, qui nous a prêté ce soir la batterie d'accumulateurs pour les expériences de la séance.

Aimants transparents. Propriétés optiques et magnetiques, par MM. A. Cotton et H. Mouton. — Depuis leur communication du 17 novembre 1905, MM. Cotton et Mouton ont complété l'étude de la biréfringence magnétique (phénomène de Majorana) que présentent certaines solutions colloïdales d'hydroxyde de fer placées dans un champ magnétique et traversées par un rayon lumineux *normal* aux lignes de force. Ils ont, en outre, étudié les phénomènes qu'on observe lorsque la lumière se propage *parallèlement* au champ.

I. M. Cotton indique d'abord rapidement les résultats qu'a fournis cette étude des liquides : 1° Le pouvoir rotatoire magnétique de l'hydroxyde ferrique dans certaines solutions colloïdales est très grand. La valeur de ce pouvoir rotatoire dépend des échantillons qui, à titre égal, donnent ici encore des résultats très différents. En particulier, dans certains cas, un chauffage prolongé, qui augmente beaucoup la grosseur des grains ultramicroscopiques contenus dans le liquide, donne un pouvoir rotatoire considérable à des solutions dont les propriétés auparavant ne différaient pas sensiblement de celles de l'eau. 2° Le pouvoir rotatoire propre à la substance en suspension dans les liquides étudiés n'obéit pas à la loi de Verdet (proportionnalité au champ magnétique); la courbe qui représente ses variations en fonction du champ rappelle la courbe d'aimantation d'une substance ferromagnétique, résultat analogue à celui qui avait été trouvé pour le fer en couche très mince; mais il faut noter que ce pouvoir rotatoire propre est cette fois négatif. 3° Ce pouvoir rotatoire magnétique est accompagné d'un dichroïsme circulaire magnétique, les vibrations circulaires qui ont le sens des courants d'Ampère sont plus affaiblies en traversant le liquide que les vibrations de sens opposé.

II. Comme l'avait fait Schmauss pour le phénomène de Majorana, MM. Cotton et Mouton ont fixé le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique. On ajoute pour cela à une solution colloïdale convenablement choisie (1) une solution tiède de gélatine : on abandonne le mélange homogène dans un champ magnétique jusqu'à ce qu'il se soit pris en gelée par refroidissement. Cette opération était faite dans une petite cuve à faces parallèles de 3,2 mm d'épaisseur dont les glaces terminales étaient placées parallèlement aux pièces polaires de l'électro-aimant (champ de 11 800). La solution étant prise en gelée, on retire la cuve de l'électro-aimant et l'on trouve qu'elle garde maintenant, en dehors de tout champ magnétique, mais avec moins d'intensité, les propriétés optiques (pouvoir rotatoire et dichroïsme circulaire) que possédait l'hydroxyde ferrique pendant qu'il était dans le champ.

Pour mettre en évidence d'une façon simple par une expérience la première des deux propriétés qui est la plus importante, MM. Cotton et Mouton montrent un polarimètre de Laurent dans lequel on a placé la petite cuve précédente normalement aux rayons. Le polarimètre est éclairé par la lumière jaune de l'arc au mercure. L'égalité des plages étant obtenue, il suffit de retourner la cuve face pour face pour détruire cette égalité et pour pouvoir mesurer le double du pouvoir rotatoire magnétique résiduel. Dans l'expérience présentée à la séance, cette double rotation était d'environ 50 minutes pour la cuve mince et la gelée peu concentrée employées (1). Le fait que ce pouvoir rotatoire résiduel change de sens quand on retourne la cuve peut être considéré comme une illustration des considérations développées par Curie sur la symétrie du champ magnétique (symétrie d'un cylindre tournant).

III. L'existence du phénomène précédent rendait probable que les particules en suspension dans le liquide peuvent garder une aimantation permanente notable. Cette aimantation résiduelle a pu être mise en évidence elle aussi par l'expérience suivante : une petite bouteille en verre mince, de révolution autour d'un axe vertical, est suspendue à un fil fin entre les pôles d'un électro-aimant. Elle est remplie du mélange de gélatine et de colloïde qui a servi précédemment et qu'on laisse ici encore prendre en gelée dans le champ. La direction des lignes de force est marquée par un index solidaire de la bouteille qu'on maintient immobile pendant la solidification. Le courant étant supprimé, on fait ensuite tourner le fil de suspension de telle sorte que l'index dans sa position d'équilibre soit exactement à 90° de celle qu'il occupait précédemment. Si l'on vient à lancer dans l'électro-aimant d'abord un courant plus faible que le courant employé auparavant, on voit la bouteille tourner d'un angle droit dans un sens ou dans l'autre suivant le sens du courant et reprendre par rapport au champ la position qu'elle occupait pendant la solidification. On constate ainsi un magnétisme résiduel dont le sens bien déterminé se trouve être celui qu'on prévoyait. On a fait le contrôle qui consiste à produire la coagulation dans différentes orientations de la bouteille. La gelée a donc bien pris les propriétés d'un aimant : c'est un *aimant transparent*.

Cette aimantation résiduelle est remarquablement stable : on peut, en fixant la bouteille dans la position à rebours de celle qu'elle tend naturellement à prendre,

(1) Comme exemple de solution convenant pour cette expérience, on peut indiquer le liquide obtenu en chauffant pendant seize heures à une température de 100° environ la solution d'hydroxyde ferrique préparée sans dialyse par le procédé de M. Jacques Duclaux (*Thèse de Doctorat*, Paris, 1904).

(1) Le colloïde dont on est parti renfermait 0,0116 de son poids d'extrait sec, et la gelée n'en renfermait que 0,0026. La moyenne des deux lectures du polarimètre ne donne pas le zéro de l'appareil à cause du léger pouvoir rotatoire (lévogyre) de la gélatine.

soumettre la gelée à des champs inverses très intenses sans changer le *signe* de l'aimantation résiduelle. Avec l'un des colloïdes employés, cette inversion n'a pas été obtenue, même en employant des champs plus intenses que lors de la prise en gelée.

Cependant, bien que l'aimantation résiduelle garde un signe remarquablement constant, la substance n'est pas saturée. On constate en effet qu'on peut forcer la bouteille à osciller autour d'une position d'équilibre à 180° de celle qu'elle tend naturellement à prendre et que la durée d'oscillation n'est que légèrement accrue. Cela peut même arriver accidentellement si le champ directeur est intense et l'orientation de la bouteille mal réglée.

Les trois expériences qui permettent de constater ces propriétés magnétiques singulières ont été montrées aux séances de Pâques de la Société. On en trouve d'ailleurs une vérification en faisant les expériences optiques correspondantes (étude du pouvoir rotatoire de la gelée pendant et après l'action d'un champ inverse). Le pouvoir rotatoire résiduel varie dans le même sens que l'aimantation et change de signe avec elle.

Ces expériences viennent en outre à l'appui de la théorie de la biréfringence magnétique par l'orientation et l'aimantation des particules. Une expérience sur le pouvoir rotatoire serait inexplicable dans l'hypothèse de particules sphériques et isotropes : elle consiste à placer dans une cuve le mélange de gélatine et de colloïde et à la soumettre au champ magnétique après la prise en gélée. Le pouvoir rotatoire résiduel peut encore être constaté dans certains cas, mais il est toujours plus faible. On pourra peut-être de la comparaison des résultats des mesures faites sur la biréfringence, le pouvoir rotatoire et les oscillations dans le champ magnétique, déduire des indications sur la forme des particules ultramicroscopiques elles-mêmes.

M. P. Villard présente quelques expériences relatives aux rayons cathodiques et magnétocathodiques :

1° Enroulement cathodique circulaire dans un champ uniforme. Rayons non déviables de J.-J. Thomson ;

2° Enroulement composé en zig-zag dans un champ non uniforme produit entre deux pôles d'électro-aimants;

3° Rayons magnétocathodiques émis par une lame de mica perforée, frappée par des rayons cathodiques et placée dans un champ intense.

L'auteur expose ensuite ses recherches sur la lumière positive :

L'hypothèse d'un transport d'élélectricité par simple convection (corpuscules ou ions positifs ou négatifs) ne paraît pas susceptible d'expliquer les faits. Ainsi, quand on dévie sur une partie de son trajet la lumière positive dans un tube large, et à une pression assez forte pour que cette lumière n'occupe que la partie axiale du tube, on observe qu'à l'endroit où le champ est maximum la direction de la colonne lumineuse est parallèle à sa direction initiale. L'obliquité devrait être maximum en ce point s'il s'agissait de particules électrisées en mouvement. La figure obtenue est au contraire celle d'un fil tendu, repoussé par les parois et écarté localement de l'axe par une force normale à cet axe.

Si la déviation est suffisante pour appliquer la lumière positive sur la paroi, aucune interruption ne se produit dans cette lumière. On sait cependant, au moins pour les corpuscules cathodiques, que ceux-ci, arrivant sur un obstacle, s'y arrêtent et y restent.

La déviation augmente avec l'intensité du courant, c'est également ce qui a lieu pour un fil souple en repos (ou en mouvement lent) parcouru par un courant; on ne voit pas au contraire comment la déviation d'une particule électrisée dépendrait du nombre de celles qui l'accompagnent.

Il semble donc qu'on est en présence d'un problème non de dynamique, mais de statique, et que la colonne positive est une sorte de conducteur gazeux, une chaîne de particules ou molécules polarisées, tendue entre l'anode et la cathode; cette manière d'envisager la colonne positive non comme un ensemble de particules indépendantes, mais comme un objet unique dont les diverses parties sont liées entre elles, paraît confirmée par les expériences suivantes :

Dans un tube en U, les deux moitiés de la colonne positive s'attirent si le courant est faible (attraction électrostatique supérieure à la répulsion électrodynamique), si le courant augmente, la répulsion diminue et cesse. On peut faire la même expérience avec un fil souple peu conducteur suspendu à deux bornes à grande différence de potentiel.

Les rayons cathodiques ayant la propriété de briser les molécules doivent pouvoir couper la lumière positive et la supprimer sur leur passage. C'est ce qu'on vérifie aisément en produisant des rayons cathodiques dans un tube latéral au moyen d'une source auxiliaire synchrone de la source principale et en phase avec elle; si la lumière positive ne contenait que des ions, ceux-ci ne seraient pas modifiés.

L'espace obscur de Faraday s'explique alors très simplement par la présence de la cathode qui supprime la lumière positive dans son voisinage. Comme on doit s'y attendre, cet espace diminue de longueur quand le courant augmente et que le nombre des files de molécules à briser va en augmentant. De même s'explique l'incompatibilité absolue de la lumière négative ou des rayons cathodiques avec la lumière positive : ainsi, dans un tube de Crookes de n'importe quelle forme, il n'y a de lumière positive que si l'anode est à l'abri des rayons cathodiques. On peut faire l'expérience sous une forme plus singulière encore : on excite en courant alternatif un long tube de Geissler large, à une pression de quelques millimètres. L'espace de Faraday relatif à l'une des alternances devrait être masqué par la lumière anodique de l'alternance suivante : d'une électrode à l'autre on devrait voir une lumière ininterrompue. Il n'en est rien : il y a deux espaces obscurs; la colonne positive correspondant à une alternance ne peut se former dans la région où subsistent encore les corpuscules lancés à l'alternance précédente par l'électrode qui était alors cathode. L'approche d'un aimant écarte ces corpuscules et la lumière positive réapparaît; à un vide avancé le phénomène ne se produit plus, les corpuscules pouvant alors s'éloigner de la cathode sans difficulté.

Dans une vaste ampoule, la lumière positive, entourée de corpuscules négatifs qui tendent à la détruire, doit constituer un courant d'intensité décroissante de l'anode à l'espace obscur de Faraday (1); en cette région, il ne s'annule pas, mais devient un courant de convection, l'électricité étant alors transportée par les ions. Autrement dit, tout se passe comme pour un fil

(1) Cette décroissance étant évidemment beaucoup moindre dans un tube étroit, la lumière positive y est plus longue, à intensité égale, que dans un tube large.

conducteur plongé dans un électrolyte; l'intensité décroît le long du fil et l'action d'un champ magnétique peut mettre le fait en évidence. Il en doit être de même pour la lumière positive et on le vérifie aisément en soumettant cette lumière à un champ uniforme. L'étalement de celle-ci dans le champ est évité par l'emploi d'une décharge condensée, légèrement ralentie par une bobine de self-induction (2 microfarads, 0,001 henry). L'enroulement, qui a bien lieu dans le sens prévu pour un fil, n'est pas circulaire, mais se rapproche d'une spirale logarithmique. On démontre aisément que, si le courant varie en raison inverse de la longueur du conducteur, c'est en effet une spirale qu'on doit observer. (La force étant normale, la tension est constante et le rayon de courbure est inversement proportionnel à la force, c'est-à dire à l'intensité du courant; si celui-ci varie en raison inverse de l'arc, le rayon de courbure doit varier proportionnellement à cet arc, c'est ce qui a lieu dans la spirale logarithmique.)

L'assimilation de la lumière positive à un véritable conducteur se trouve encore justifiée par l'expérience consistant à produire une décharge entre une électrode auxiliaire et la colonne positive obtenue entre deux autres électrodes; tout se passe comme si l'on produisait une étincelle entre une électrode et un fil parcouru par un courant.

Semblable encore à un conducteur attaché à l'anode, la lumière positive présente une charge positive; elle est attirée par une cathode. Sa tendance à se centrer sur l'axe d'un tube n'est plus alors qu'un effet de la répulsion par les parois.

L'auteur montre ensuite la propagation de la phosphorescence bien connue de l'oxygène dans un tube de Geissler contenant de l'azote et de l'oxygène. Cette phosphorescence part de la lumière positive et envahit de proche en proche tout espace communiquant avec le tube à décharge. La vitesse de propagation est assez faible pour qu'on puisse la suivre à simple vue. Le phénomène ne se produit pas au delà de la cathode, ce qui semblerait indiquer qu'il est dû à des ions positifs se diffusant en tous sens.

M. E. Bloch présente les observations suivantes :

Les critiques que M. Villard a adressées à la théorie des ions semblent s'appliquer à une autre théorie que celle généralement admise. D'après elle, les corpuscules qui provoqueraient la luminosité de la colonne positive par leurs chocs contre les molécules formeraient des traînées allant directement de la cathode à l'anode, comme de véritables rayons cathodiques. En réalité, les trajets libres des corpuscules sont courts et limités à chaque instant par leurs chocs contre les molécules. La colonne positive n'est que la résultante complexe de ces chocs, de ceux des ions positifs et de la recombinaison incessante des deux espèces d'ions. Elle paraît tout à fait comparable à un véritable courant de conduction, produit par le mécanisme qui a été précisé dans la théorie cinétique des métaux. La seule différence est que, dans un métal, les corpuscules semblent être libérés spontanément avant le passage du courant alors que, dans la colonne positive, c'est le passage même du courant qui entretient la production des corpuscules. On s'explique ainsi l'analogie signalée par M. Villard, entre la colonne positive et un courant de conduction ordinaire.

Pour faire une théorie complète de la déviation magnétique de la colonne positive, il faudrait indiquer le mécanisme par lequel la colonne, rejetée latéralement par le champ magnétique, tend à être ramenée dans sa position d'équilibre, de même qu'un fil traversé par un courant s'incurve dans un champ magnétique jusqu'à ce que la réaction élastique du fil arrête le déplacement. Il faudrait, dans cette théorie, tenir compte de l'action des parois, des charges présentes dans le gaz même en dehors de la colonne, de la réaction électrodynamique de la colonne déviée, du mécanisme même de la formation de la colonne au moyen des chocs. Cette théorie complète n'existe pas encore, mais il n'est pas évident qu'elle ne permettra pas de rendre compte dans ses moindres détails de la forme des courbes obtenues par M. Villard. En particulier, le fait que la déviation magnétique de la colonne augmente avec l'intensité du courant de décharge, et que M. Villard n'arrive pas à concilier avec la théorie balistique, s'interprète fort simplement dans cette théorie.

Enfin, le mécanisme des strates, la distribution du champ le long de la colonne stratifiée ou non, s'expliquent, tout au moins qualitativement, dans la théorie des ions, et la théorie de M. Villard ne paraît pas en rendre compte.

Répondant aux objections de M. Bloch, M. P. Villard fait remarquer que, s'il a dû s'écarter des hypothèses admises, c'est précisément parce qu'elles ne permettent pas d'aborder le problème. La théorie qu'il propose permet, au contraire, d'expliquer les faits, se prête à des vérifications géométriques et a fait prévoir plusieurs phénomènes que l'expérience a ensuite permis d'observer. Si l'on veut admettre que la lumière positive est uniquement due à l'ionisation, on se heurte en outre immédiatement à ce fait que la lumière en question est précisément absente, là où il y a des rayons cathodiques, c'est-à-dire une cause puissante d'ionisation.

Les deux interprétations ont d'ailleurs ceci de commun, c'est qu'elles assimilent la colonne positive à un courant semblable à celui qui existe dans un conducteur. Elles ne diffèrent que sur un point, à savoir que l'une d'elles accorde à ce conducteur une cohésion qu'il paraît nécessaire d'admettre pour expliquer la déviation magnétique et l'incompatibilité avec les rayons cathodiques.

A propos des rayons nommés par M. Villard magnétocathodiques, et qu'il vient de montrer à la Société, M. Broca rappelle qu'il a découvert ces rayons en 1898. Il a montré alors que, pour une valeur donnée du champ magnétique, naissent subitement des rayons cathodiques qui suivent le champ, tandis que les rayons ordinaires enroulés autour du champ subsistent cependant. Il a donné à ces rayons nouveaux le nom de rayons cathodiques de seconde espèce; cette dénomination a l'avantage de ne rien préjuger sur la nature de ces rayons, l'hypothèse de leur magnétisation, avancée par M. Villard, étant extrêmement séduisante, mais encore fort sujette à discussion.

Galvanomètre à cadre mobile pour courants alternatifs, par M. Henri Abraham. — On peut mesurer des courants alternatifs de l'ordre du centième de microampère avec un galvanomètre à cadre mobile dont le champ magnétique est créé par un électro-aimant excité par un courant alternatif de même fréquence. Pour les mesures très délicates, il peut être bon d'actionner cet électro-aimant au moyen d'un petit transformateur auxiliaire bien isolé.

L'appareil a été réalisé avec la collaboration de M. J. Carpentier, et nous avons aussi entrepris la cons-

truction d'un modèle moins sensible destiné à diverses mesures industrielles.

La disposition générale est celle d'un galvanomètre d'Arsonval ordinaire. L'électro-aimant, en forme de couronne horizontale, est à pôles saillants intérieurs. Entre ces deux pôles se trouve placé le noyau de fer cylindrique, également feuilleté. Les différentes parties de l'appareil sont isolées à l'ébonite.

Les fuites magnétiques de l'électro-aimant alternatif induisent dans les pièces métalliques fixes de l'appareil des courants qui tendent à réagir sur le circuit du cadre. S'il y a quelque dissymétrie dans la construction, le cadre mobile sera donc légèrement entraîné d'un côté ou de l'autre comme dans un champ tournant. On ne peut pas faire qu'il n'y ait aucune dissymétrie, mais il est facile de supprimer, une fois pour toutes, l'effet d'entraînement dont il vient d'être question, en plaçant dans l'entrefer une petite lame de métal convenablement orientée.

L'électro-aimant étant excité, si l'on ferme le circuit du galvanomètre sur une résistance faible on voit le cadre mobile se fixer violemment dans la position où il n'est traversé par aucun flux. Si on l'écarte de cette position, il y est ramené par un couple directeur puissant qui s'ajoute au couple de torsion du fil. Il semble donc que la sensibilité de l'appareil doive se trouver énormément réduite.

Ce couple directeur provient du courant induit dans le cadre par le flux alternatif. Si ce courant était exactement en quadrature avec le champ, il ne produirait aucune déviation; le couple observé est dû au retard de phase que la self-induction du cadre impose au courant. Pour faire disparaître le couple, il n'y a qu'à faire disparaître le retard de phase.

Or, ceci est facile à obtenir. On met en série avec le cadre mobile une capacité shuntée par une résistance réglable. Cette deuxième partie du circuit avance la phase du courant et, pour une valeur convenable de la résistance, on fait disparaître le retard de phase et, en même temps, le couple directeur.

On peut remarquer que la compensation est ainsi faite une fois pour toutes et que le circuit du cadre mobile, suivi de la capacité shuntée, n'intervient plus que par sa résistance (1).

Le cadre mobile a, par exemple, une résistance de 200 ohms et une période d'oscillation de 10 secondes. La compensation du couple directeur est obtenue par la mise en circuit de 1/2 microfarad shunté par une résistance de 330 ohms. Le galvanomètre, fermé sur une résistance de 2000 ohms, est apériodique et son zéro est stable, à moins de 1/2 mm près, l'échelle étant à 1 m de l'appareil. Dans ces conditions, la sensibilité est de 275 mm par micro-ampère.

Lorsque l'on fait le réglage de la compensation du couple directeur électrique, il peut être intéressant d'exagérer l'action de la capacité de réglage, de manière à mettre le courant induit dans le cadre en avance sur la force électromotrice. Au lieu d'un couple directeur, on a alors un couple d'instabilité qui se retranche du couple de torsion du fil, et l'on arrive à ce résultat paradoxal d'obtenir une sensibilité plus grande que ne le comporte la torsion du fil.

Dans l'expérience précédente, par exemple, si l'on porte de 330 à 340 ohms la résistance qui shunte la capacité compensatrice, la sensibilité atteint 400 mm par micro-ampère.

(1) Une capacité C shuntée par une résistance R compense une self-induction L donnée par la formule

$$L = \frac{CR^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2}.$$

Si donc on met dans le circuit du cadre mobile une self-induction inconnue, la mesure de la résistance de réglage fera connaître la valeur de cette self-induction. Le procédé est très commode pour la mesure à 1 0/0 près des coefficients de self-induction, à partir de quelques cent millièmes de henry.

BIBLIOGRAPHIE

Manuale pratico per l'operaio elettrotecnico (*Manuel pratique du monteur électricien*), par G. Marchi. 1 vol. format 15 × 10 cm, de xx-410 pages avec 265 figures. Prix, cartonné, 3 fr. (Milan, Ulrico Hœpli, éditeur.)

La première édition de cet ouvrage a été accueillie avec une véritable faveur, du reste parfaitement justifiée, car ce manuel convient tout particulièrement aux praticiens, pour lesquels il a été écrit et constitue pour eux un guide sûr et précieux.

En effet, tant par l'ordre dans lequel les différents sujets sont présentés que par la clarté d'exposition, ce manuel remplit parfaitement le programme poursuivi par l'auteur.

Cette 2e édition a été entièrement revue et complétée; elle comporte 19 chapitres et 3 appendices.

En résumé, ce manuel s'adresse non seulement aux monteurs électriciens, mais aussi à tous ceux qui, à un titre quelconque, ont à s'occuper d'installations électriques, ou qui désirent acquérir des notions précises d'électrotechnique.

Carboni fossili inglesi, coke, agglomerati (*Les charbons fossiles anglais, coke, agglomérés*), par le docteur Guglielmo Gherardi. 1 vol. format 15 × 10 cm, de xvi-586 pages avec figures et cartes. Prix : 6 lires. (Milan, Ulrico Hœpli, éditeur.)

En publiant ce manuel, l'auteur a eu pour objectif principal de guider les industriels dans le choix des combustibles qu'ils emploient, de manière à les utiliser dans les meilleures conditions et d'en obtenir le rendement calorifique maximum.

M. Gherardi, en sa qualité de chimiste de la maison G. Ansaldo Armstrong et Cie, a eu de nombreuses occasions d'étudier les différentes sortes de combustibles. Il a borné son étude aux combustibles provenant d'Angleterre, car ce sont à peu près les seuls qui soient utilisés en Italie.

L'ouvrage comporte trois parties.

Dans la première, on trouve tous les renseignements relatifs à l'essai des combustibles par les méthodes les plus nouvelles et, en même temps, les plus rapides et les plus précises.

La deuxième partie est consacrée à l'étude des houilles anglaises provenant des bassins du pays de Galles, de Newcastle, de Liverpool et d'Ecosse. De nombreux résultats d'analyse accompagnent cette étude et, à la

fin de chaque chapitre, on trouve des renseignements géographiques et commerciaux des plus utiles.

La troisième partie traite de la fabrication du coke et des agglomérés.

L'ouvrage est complété par une série de tables contenant des données sur la production et le commerce d'exportation des charbons anglais. Cinq cartes géographiques des bassins houillers anglais terminent cet utile manuel, éminemment pratique, qui constitue un guide précieux pour les directeurs et ingénieurs d'usine, les négociants, les armateurs et les mécaniciens.

CHRONIQUE

Les courants terrestres.

Dans un rapport présenté à la Société de physique de Londres, le 23 février dernier, MM. Crowley et Harves décrivent quelques expériences qu'ils ont réalisées sur le chemin de fer London and South Western, dans le but de relever la différence de potentiel existant entre les lignes au moment du passage d'un train et à d'autres instants; ils proposent une méthode d'observation pour l'étude des courants terrestres, de leurs variations. Dans ces expériences, un fil était attaché d'une manière permanente à chaque rail et communiquait à un galvanomètre; les déviations du galvanomètre étaient enregistrées sur une feuille mobile et l'on obtenait ainsi des courbes indiquant la variation du courant. On observa que le courant normal passant dans le galvanomètre était modifié environ une minute avant le passage d'un train et durait deux minutes. Les courbes montraient une certaine régularité de variations, mais cependant, ces variations subissent des modifications en diverses occasions; on peut croire à une influence notable du temps et de l'état de l'atmosphère. La force électromotrice entre rails fut, dans l'une des observations, de 28 millivolts et on observa souvent des différences de 8 à 15 millivolts.

Ce travail a été suivi d'une courte discussion au cours de laquelle un orateur a fait remarquer que les variations dans les dérivations du galvanomètre devaient être dues à des orages magnétiques. — A.-H.-B.

La lampe à incandescence Kuzel.

A propos d'une nouvelle lampe à incandescence construite par un chimiste autrichien, M. le Dr Hans Kuzel, de Baden, près Vienne, lampe dont le filament est formé de substances métalliques à l'état colloïdal, nous relevons dans l'*Œsterreichische Chemiker-Zeitung* les informations suivantes :

Les métaux à l'état colloïdal n'avaient jusqu'ici trouvé des applications importantes qu'en médecine seulement. Ils semblent appelés désormais à recevoir d'autres applications; en effet, M. le Dr Kuzel a découvert le moyen del es employer pour la fabrication de filaments destinés aux lampes à incandescence. Les filaments de M. Kuzel sont formés des colloïdes de métaux et métalloïdes qui n'entrent en fusion qu'à une haute température (chrome, manganèse, molybdène, uranium, titane, vanadium, tantale, niobium, thorium, zirconium, platine, osmium, iridium, bore, silicium). Ces colloïdes, dont la plupart n'avaient pu s'obtenir jusqu'à ce jour, forment en présence d'eau simple, — c'est-à-dire sans l'emploi d'un intermède, — des masses absolument plastiques auxquelles on peut donner, exactement comme à l'argile, toute forme désirée et qui, une fois sèches, prennent la consistance du silex. Si, au moyen de moules en pierres précieuses, on transforme ces masses plastiques en filaments ténus, les filaments en question deviennent, une fois secs, assez solides pour supporter toutes les manipulations nécessaires. Ces filaments sont des conducteurs de 2e classe, mais, quand on les porte à l'incandescence, ils passent à l'état métallique cristallin. Il devient ainsi facile de donner la forme de filaments aux substances métalliques traitées. Un avantage spécial résulte de la complète suppression de tout intermédiaire, lequel pourrait occasionner des impuretés, des formations de carbure, un abaissement progressif du point de fusion, des nodosités et enfin l'usure anticipée des lampes. Les filaments construits d'après le système de M. Kuzel se distinguent par leur calibre, absolument uniforme malgré leur ténuité, et par leur grande homogénéité, ce qui constitue deux propriétés éminemment importantes en matière de construction de lampes à incandescence. La transition, pour les substances métalliques formant le filament, de l'état colloïdal à l'état cristallin, offre un intérêt tout spécial en ce sens que, d'après les observations effectuées, cette transition était toujours, jusqu'ici, accompagnée d'une décomposition sous forme de poudre. M. Kuzel estime que, si ses colloïdes se comportent d'une façon différente, le fait est dû à un état moléculaire spécial ou à la réalisation de combinaisons moléculaires qui se gonflent dans l'eau comme le ferait une éponge, ce qui occasionnerait une sorte d'état feutrable microstructural de la matière, lequel état empêcherait la formation de poudre. Suivant les probabilités, les propriétés remarquables des nouveaux filaments à incandescence ne dépendent pas seulement de l'élévation des points de fusion des métaux employés; il faut rechercher leur cause surtout dans cette circonstance que M. Kuzel utilise des alliages, et cela sous la forme de leurs combinaisons métalliques eutectiques, qui possèdent des propriétés physiques essentiellement différentes de celles des corps composants. Les lampes en question ont déjà été construites pour des tensions diverses s'élevant jusqu'à 110 volts. Au cours des essais effectués, on a constaté que ces lampes, en consommant 1 watt par bougie normale, ont une durée de combustion de 3100 à 3500 heures et qu'elles ne perdent pour la plupart, au bout de ce temps, que 2 à 3 0/0 de leur intensité lumineuse; la perte, pour certaines, a cependant atteint un maximum de 11 0/0. Un autre groupe des mêmes lampes, également essayées, ont donné, en consommant 0,75 watt par bougie normale, une durée de combustion de 1000 à 1100 heures, tout en ne perdant que de 3 à 5 0/0 de leur intensité lumineuse; et la même perte, au bout de 1600 heures, s'est chiffrée par environ 20 0/0. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 813 28 Juillet 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (Janvier-Juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

LA COMMANDE A DISTANCE

SANS FIL

D'UN BATEAU SOUS-MARIN

Nous avons publié dernièrement, dans l'*Electricien* du 12 mai dernier (1), une note relative aux expériences officielles, effectuées dans la baie d'Antibes, par un torpilleur sous-marin de démonstration, imaginé par M. Lalande, ingénieur, avec la collaboration de M. Devaux.

Nous n'avons pu, à cette époque, décrire l'appareil de commande utilisé dans ces expériences et nous nous proposons de compléter aujourd'hui les renseignements relatifs à cette remarquable application des ondes hertziennes.

Dans une communication faite à la Société internationale des électriciens, M. Devaux a décrit le nouveau type d'appareil de commande électrique à distance, sans fil, susceptible également de fonctionner avec fils.

On sait qu'une des principales applications des ondes hertziennes est la télégraphie sans fil, dans laquelle l'inscription des signaux Morse est obtenue par le fonctionnement d'un électro-aimant actionné par les ondes émises au poste transmetteur. On conçoit parfaitement que le fonctionnement de l'armature d'un électro-aimant puisse servir aussi à produire la mise en action d'une force empruntée à un organe voisin. Mais l'emploi d'un seul électro-aimant ne permet d'obtenir que deux commandes alternatives correspondant aux deux positions que peut prendre l'armature, c'est-à-dire la position de repos et la position d'attraction. Pour pouvoir, dans ces conditions, effectuer toute une série de manœuvres différentes, il faut, nécessairement, utiliser un nombre d'électro-aimants égal au nombre de commandes différentes que l'on désire obtenir. Avec la transmission électrique par conducteurs, le problème est réalisable, mais l'installation devient très compliquée par suite de l'obligation de construire une ligne comportant autant de conducteurs qu'il y a de commandes différentes à effectuer, la terre servant de retour commun. Si, dans les mêmes conditions, on voulait supprimer les conducteurs et utiliser les ondes hertziennes pour actionner un pareil dispositif, on se heurterait actuellement à une impossibilité, car on n'a pas encore pratiquement obtenu la parfaite différenciation de plusieurs circuits montés sur autant de cohéreurs installés en un même point.

Donc, pour pouvoir commander à distance, à l'aide des ondes hertziennes, une série de forces quelconques, agissant à volonté dans un ordre toujours variable et restant indépendantes les unes des autres, il fallait trouver un appareil récepteur de commande asservi au fonctionnement d'un cohéreur. On comprend auss qu'un tel récepteur puisse également être actionné directement par le courant amené par un seul conducteur, le circuit, dans ce cas, étant complété par la terre.

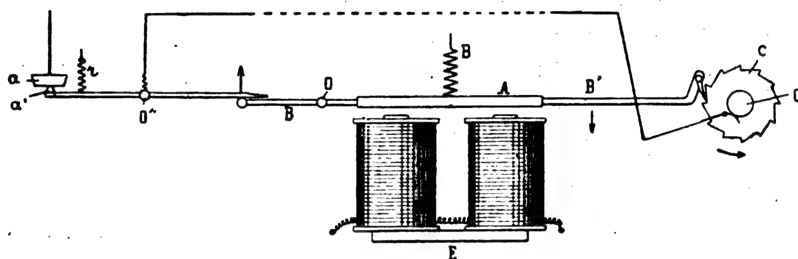


Fig. 1.

Ce système de récepteur comporte essentiellement :

1° Un distributeur constitué par un bras mobile, muni d'un frotteur, pouvant être amené sur une série de plots, disposés circulairement, d'où partent les différents circuits à commander;

2° Un commutateur ne produisant l'émission du courant qu'au moment précis où le frotteur du distributeur se trouve sur le plot correspondant au circuit que l'on veut actionner.

Pour réaliser cette double fonction, on utilise un électro aimant E (fig. 1) muni d'une armature A pivotant en O et maintenue dans sa position de repos par un ressort antagoniste B. Cette armature se prolonge de chaque côté par les bras B et B'. Le bras B' porte à son extrémité un cliquet qui attaque la roue à rochet C, portant l'axe O' du distributeur. Chaque fois que l'armature est attirée, la roue à rochet

(1) Voir l'*Electricien*, t. XXXI, 12 mai 1906, p. 259.

avance d'une dent; en même temps, l'extrémité du bras B se soulève, agit sur un levier pivoté en O″ et le contact aa', formant commutateur, est rompu.

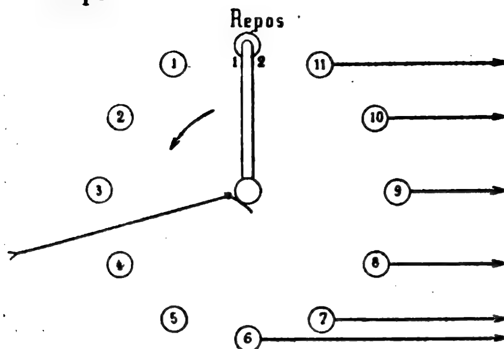


Fig. 2.

L'axe O′ du distributeur, solidaire de la roue à rochet C, porte sur son prolongement le bras mobile de ce distributeur, dont l'extrémité libre peut être amenée au contact des différents plots 1, 2, 3, 4, 5....., 12 (fig. 2), permettant ainsi de distribuer le courant, amené par l'axe O′, sur les différents plots et, par suite, aux circuits qui leur sont respectivement reliés. Chaque attraction de l'armature de l'électro-aimant E a pour effet d'amener le bras du distributeur d'un plot sur le suivant.

Les excitations de l'électro-aimant E dépendent uniquement du poste transmetteur, que l'on utilise soit un cohéreur actionné par les ondes, soit un fil conducteur amenant le courant directement. L'organe servant de manipulateur au poste de transmission peut être réglé de manière à obtenir des émissions régulières, également espacées.

La deuxième fonction que doit remplir le récepteur est de ne produire l'émission de cou-

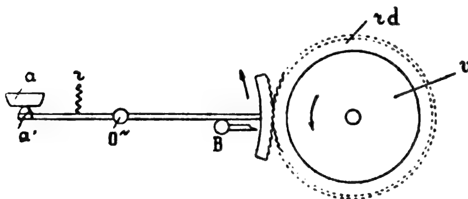


Fig. 3.

rant qu'au moment précis où le bras du distributeur se trouve sur le plot correspondant au circuit à actionner. Ce résultat est obtenu à l'aide du commutateur spécial aa' (fig. 1 et 3), qui, à chaque attraction de l'armature A, a son contact interrompu par suite du jeu du levier O″, écarté de sa position de repos par le bras B. Pendant le fonctionnement de l'armature A de l'électro-aimant E, le levier O″ est constamment dans une position provoquant l'interruption du contact en aa', mais il tend à rétablir ce contact sous l'action du ressort antagoniste r. Pour éviter que ce contact ne soit rétabli intempestivement, pendant un temps très court, alors que le bras mobile du distributeur est en marche pour arriver sur le plot voulu, l'extrémité du levier O″, opposée à celle qui porte le contact a', se termine par une petite crémaillère qui, glissant devant la roue dentée rd, engrène dès que le levier abandonne sa position de repos sous l'action du bras B, solidaire de l'armature A. Dès que cette dernière cesse d'être attirée, le levier O″ tend à reprendre sa position de repos sous l'action du ressort r, mais la crémaillère entraînant avec elle la

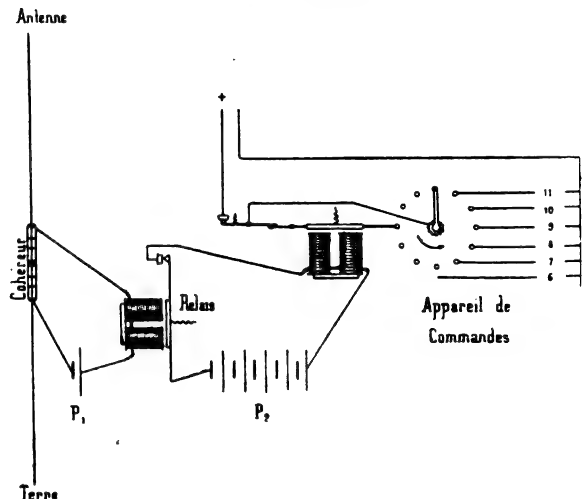


Fig. 4.

roue dentée rd, cette dernière, alourdie par le volant v qu'elle porte, possède une certaine inertie qui retarde la chute du levier pendant un temps qu'il est facile de régler. En pratique, il suffit que ce temps soit égal au double de celui qui sépare deux émissions successives du manipulateur.

Grâce à cet artifice, pendant le fonctionnement de l'électro-aimant et pendant que le bras mobile du distributeur poursuit sa course, le commutateur aa' est ouvert.

Au contraire, dès que l'armature A de l'électro-aimant est revenue au repos, le bras mobile du distributeur étant arrivé sur le plot choisi, le levier O″ reprend sa position de repos, c'est-à-dire que le contact est rétabli en aa'.

Comme on le voit par ce qui précède, le

fonctionnement du récepteur est facile à comprendre. L'appareil étant au repos, le bras du distributeur repose sur le plot 12, qui est un plot mort. Le levier O″ est également dans la position de repos et le contact est, par conséquent, établi en aa'.

Supposons que l'on veuille fermer le circuit de commande relié au plot 7 et cela sans affecter aucun des autres. Il suffit, pour obtenir ce résultat, d'envoyer 7 trains d'ondes, également espacés, à l'aide du manipulateur du poste de transmission. L'electro-aimant E est alors actionné et son armature étant attirée 7 fois de suite, fait, par conséquent, avancer la roue à rochet de 7 dents et, par suite, le bras du distributeur se trouve amené sur le plot 7. Pendant le temps que dure cette manœuvre, le contact en aa' a été interrompu et ne se trouve rétabli que lorsque le bras mobile est arrêté sur le plot 7. On a donc fermé le circuit de commande n° 7 sans avoir compromis l'indépendance des autres.

Pour que la solution du problème fût complète, il fallait pouvoir produire concurremment la fermeture de plusieurs circuits de commande et, à cet effet, il était nécessaire que le distributeur fût toujours libre de se déplacer sans, pour cela, interrompre la fermeture d'un circuit. On a obtenu ce résultat en fermant les circuits de commande sur des relais verrouillés; ces relais commandent directement l'organe à mettre en œuvre et restent fermés dès qu'ils ont été actionnés. Pour ouvrir chacun de ces circuits, il suffit d'actionner une commande spéciale, reliée à l'un des plots, et ayant pour effet de déverrouiller le relais correspondant.

Nous avons parlé dans un précédent article des essais effectués en mer avec un torpilleur sous-marin et nous compléterons maintenant les renseignements donnés par la description de l'appareil de commande électrique à distance sans fil qui a été utilisé (fig. 4) et qui est fondé sur le même principe que le dispositif qui a fait l'objet de la communication faite par M. Devaux.

Les manœuvres à réaliser pour la commande de ce sous-marin étaient les suivantes :

1° Mise en marche avant;
2° Mise en marche arrière;
3° Arrêt du moteur de propulsion;
4° Barre à gauche;
5° Barre à droite;
6° Arrêt du moteur de direction;
7° Allumage des signaux d'avant;
8° Allumage des signaux d'arrière;
9° Lancement de la torpille.

L'appareil comportant 12 plots, il restait 3 plots libres de repos, répartis parmi les autres. La vitesse de manœuvre des appareils a permis d'effectuer un tour complet du distributeur en 2 secondes.

Les 9 circuits de manœuvre se fermaient sur 7 relais verrouillés commandant les moteurs de propulsion et de direction, les lampes-signaux et l'appareil de lancement des torpilles.

L'énergie nécessaire pour alimenter les appareils du bord était fournie par une batterie d'accumulateurs Fulmen installée à bord du sous-marin et pouvant débiter au maximum 100 ampères. La capacité de cette batterie permettait d'assurer 4 heures de marche.

J.-A. MONTPELLIER.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE ALLEMANDE EN 1905

L'*Elektrotechnische Anzeiger* publie, sur la situation de l'industrie électrique allemande en 1905, les informations ci-après qu'il emprunte au rapport annuel, récemment paru, de la Chambre de commerce de Berlin :

Branche des courants industriels. — Cette branche de l'industrie électrique a eu à compter, en 1905, avec un enchérissement sensible des moyens de production. En effet, les prix de presque toutes les matières premières se sont considérablement accrus, particulièrement ceux du cuivre, du plomb, de l'étain, du caoutchouc et du mica, qui ont atteint des cours inconnus depuis des années; de plus, une tendance marquée à la hausse s'est manifestée sur le marché du fer. Les salaires ont également bénéficié d'une augmentation générale. Malheureusement, les prix de vente n'ont pu être amenés en complète harmonie avec l'enchérissement de la fabrication, bien que, dans le cours de l'été, les principaux constructeurs aient augmenté ces prix, pour certains articles, de 10 0/0. La vente, par rapport à celle de 1904, a présenté une amélioration sensible qui est attribuable aux nombreuses commandes parvenues aux constructeurs, à l'utilisation toujours plus étendue de l'électricité sur les divers terrains de la technique et à l'accroissement des besoins de l'étranger. Les fabriques ont donc eu à exercer toute leur activité; elles ont même été occupées à un tel point que nombre d'entre elles ont dû augmenter leur outillage. Il y a lieu de rappeler particulièrement les nombreux progrès réalisés quant à l'emploi de l'électricité pour la canalisation de l'énergie nécessaire dans les mines, les fonderies et autres établissements métallurgiques. En ce qui concerne

les mines, il faut noter en premier lieu l'installation de nouvelles machines d'extraction; en outre, les commandes de pompes électriques des plus grands modèles pour l'épuisement des eaux et pour le fonçage ont été très nombreuses. Dans les établissements métallurgiques, l'introduction des moteurs à gaz de grand modèle pour l'utilisation des gaz des hauts-fourneaux est devenue de plus en plus importante, et on a installé nombre de nouvelles usines électrogènes qui empruntent l'énergie à des moteurs à gaz. De là, naturellement, un fort débit de batteries d'accumulateurs et de puissants moteurs électriques pour laminoirs, etc. Dans l'industrie textile, on a augmenté l'emploi de l'énergie électrique, en particulier pour l'actionnement isolé des machines spéciales. Il en a été de même dans la fabrication du sucre et du papier, où la régularité précise, réalisable au moyen de l'électricité, offre une grande importance. Enfin on constate, dans la vente des dispositifs électriques d'actionnement pour grues et ascenseurs, un accroissement notable sur les chiffres de 1904. On n'a pas eu à enregistrer en Allemagne, durant 1905, l'ouverture de nouvelles et grandes stations centrales par les municipalités; en revanche, l'activité a été considérable en ce qui concerne l'agrandissement des établissements de l'espèce déjà existant, ainsi que l'ouverture d'usines centrales de petite et de moyenne importance. Pour les constructions navales, de nombreuses commandes sont parvenues; celles concernant les projecteurs, notamment, ont de beaucoup dépassé le chiffre réalisé en 1904. De plus, les demandes de turbines à vapeur ont été fort nombreuses. Le barrage de l'Urft, dont la construction a entrainé l'utilisation en Allemagne, pour la première fois, d'un système de courant triphasé sous 35 000 volts, a été mis en service au cours de 1905; il donne d'excellents résultats. A la suite de ce premier succès, on songe actuellement à élever à 50 000 volts les tensions pour transport de l'énergie à distance. Cette circonstance met à l'ordre du jour la question de la construction d'usines centrales régionales, destinées à alimenter en courant des districts entiers. Les rapports entre patrons et ouvriers ont subi une aggravation appréciable. Le 4 septembre dernier, les ouvriers de l'usine de câbles Oberspree de de la société « Allgemeine Elektrizitæts » avaient réclamé des élévations de salaires. Bien que leurs réclamations eussent été, en partie du moins, favorablement accueillies, ils abandonnèrent le travail le 18 septembre. Le même jour, les ouvriers de la fabrique de vis Siemens et Halske (Werner) se mirent en grève, réclamant également une augmentation de salaires. Les deux entreprises atteintes décidèrent d'agir d'un commun accord : elles lancèrent un avis portant que l'usine d'Oberspree et la fabrique Werner seraient fermées, en cas de non-reprise du travail, le 22 septembre. Les ouvriers n'ayant point déféré à cette mise en demeure, les deux entreprises exécutèrent, le 22, la résolution annoncée. De nouveaux pourparlers avec les délégués des ouvriers n'ayant pas abouti, le 30 septembre tous les services des deux sociétés suspendirent leurs travaux. Les ouvriers proposèrent alors de recourir à l'arbitrage du conseil des prud'hommes de Berlin; mais les employeurs refusèrent de porter la question devant cette juridiction, en se déclarant pourtant prêts à discuter avec les délégués des ouvriers, qui pourraient se faire assister par des conseillers de leur choix. Les négociations, engagées sur cette base, ne donnèrent aucun résultat. Bien plus, le 2 octobre 1905, une grande partie du personnel d'exploitation des usines centrales de Berlin se mit également en grève par esprit de solidarité. Alors l'union des industriels métallurgistes de Berlin décida de fermer les ateliers de tous ses membres le 11 octobre, au cas où les ouvriers électriciens n'auraient pas repris le travail à cette date. Les ouvriers engagèrent donc de nouvelles négociations avec les deux entreprises électriques et se déclarèrent, cette fois, prêts à reprendre le travail aux conditions existant avant la grève. De leur côté, les sociétés « Allgemeine Elektrizitæts » et Siemens et Halske promirent de réintégrer leurs anciens ouvriers dans la mesure des besoins et à n'embaucher des ouvriers étrangers que quand les anciens seraient tous de nouveau employés. Il fut convenu que l'abandon et le refus de travail ne constitueraient pas des empêchements à la réintégration, mais que les violences exercées, au cours de la grève, contre les ouvriers demeurés fidèles ou contre les nouveaux ouvriers seraient des motifs de licenciement définitif. Le travail fut repris sans incident, aux conditions anciennes, le 16 octobre. La grève n'avait, au début, arrêté l'activité que de 450 personnes environ; mais les incidents successifs finirent par entrainer le chômage de plus de 20 000 ouvriers et ouvrières.

Branche des courants faibles. — La campagne de 1905 a été satisfaisante. L'Administration des postes d'Allemagne, par suite de l'extension importante donnée à son réseau téléphonique, a dû faire de nombreuses commandes, surtout pour l'aménagement de nouveaux bureaux centraux. Aussi plusieurs maisons de construction ont eu à procéder à l'ouverture ou décider l'organisation de nouveaux ateliers. Malheureusement, en raison de l'acuité de la concurrence, les prix de vente n'ont pu être mis en harmonie avec l'enchérissement général des matières premières; ce n'est que vers la fin de l'année que les plus fortes maisons se sont décidées à augmenter simultanément leurs prix. L'exportation, dans les limites du continent européen, a été forcément limitée par suite de cette circonstance que les parties qui devaient effectuer les plus importants achats, c'est-à-dire les administrations téléphoniques et télégraphiques, sont presque partout des services d'Etat,

lesquels s'approvisionnent autant que possible en appareils indigènes. Mais en dehors d'Europe l'industrie allemande a remporté, sur ce terrain, des résultats qui ne laissent pas d'être appréciables. Les salaires ont presque partout sensiblement augmenté.

Vente de courant. — Les usines centrales ont obtenu, elles aussi, des résultats satisfaisants, en raison de l'essor industriel général qui est la caractéristique de la campagne de 1905. Les usines de Berlin ont effectué un débit rémunérateur de 118 993 910 kw-heure, contre une quantité de 104 723 135 kw heure en 1904. Au 31 décembre, les abonnés desservis, y compris ceux en instance pour obtenir d'être desservis, représentaient une consommation de 107 606 kw; en outre, le service des tramways exigeait une puissance maximum de 13 210 kw. Evidemment, l'outillage disponible était insuffisant pour satisfaire aux exigences d'une pareille consommation. Déjà, en 1904, on avait installé de nouvelles machines correspondant à une puissance de 11 000 ch; pourtant on a dû songer, en 1905, à renforcer encore cet outillage. Aussi on prévoit, pour 1906, la mise en service de nouveaux groupes électrogènes correspondant à 17 000 kw. L'usine S. O. de Wilmersdorf, près Berlin, a également progressé Au 31 décembre 1904, elle alimentait 74 237 lampes à incandescence, 1586 lampes à arc et fournissait en outre 3150 ch à des moteurs, tandis que les chiffres correspondants, pour le 31 décembre 1905, ont été de 104 196 lampes à incandescence, 1999 lampes à arc et 3755 ch actionnant des moteurs; cette usine a débité, en 1905, 10 370 873 kw-heure payant, contre 9 002 894 kw-heure en 1904. L'usine municipale de Charlottenburg, elle, débitait au 1er janvier 1906 une quantité de courant suffisante pour alimenter 227 000 lampes à incandescence, soit une augmentation, sur 1904, de 57 000 lampes. La même usine de Charlottenburg a donné à ses abonnés payant, en 1905, pour l'éclairage, 3 115 000 kw-heure; pour la force motrice, 1 652 000 kw-heure; pour les tramways, 2 310 000 kw-heure, soit au total 7 077 000 kw-heure. Afin de faire face aux exigences toujours croissantes du public, on a dû de nouveau agrandir cette usine en 1905 et étendre son réseau de câbles. La Société de distribution du courant électrique possède actuellement 41 réseaux, dont 37 en Allemagne; tous ces réseaux, avec un débit de 16 487 kw, alimentaient ou étaient à la veille d'alimenter, à la date du 31 décembre 1905, 412 715 lampes à incandescence et Nernst, 5362 lampes à arc et 6501 moteurs correspondant à une puissance de 16 487 kw. La Société allemande transocéanique d'électricité a eu à enregistrer pour ses usines de Buenos-Aires, durant les dix premiers mois de 1905, une augmentation de 54 321 lampes à incandescence, 3608 lampes Nerst, 454 lampes à arc, 749 moteurs avec une puissance de 3551 ch et 704 ventilateurs et autres appareils représentant une puissance de 7305 kw; par suite, à la fin d'octobre 1905, les usines en question vendaient une quantité totale de 31 129 kw. Les abonnés de Buenos-Aires, au 31 octobre 1905, étaient au nombre de 12 369, soit une augmentation de 3230 abonnés par rapport à l'effectif existant le 31 octobre 1904. Du 1er novembre 1904 au 31 octobre 1905, les mêmes usines de Buenos-Aires ont débité 36 087 226 kw-heure contre 25 593 752 kw-heure durant le précédent exercice, soit une augmentation de 10 493 471 kw-heure.

Chemins de fer électriques. — La question de la traction électrique, sur les voies ferrées de plein exercice, est sortie de la période expérimentale. A la suite du succès des essais effectués entre Niederschöneweide et Spindlersfeld, près Berlin, avec le système à courant alternatif monophasé, la direction des chemins de fer de l'Etat prussien a décidé d'employer ce système sur le chemin de fer urbain et suburbain Hambourg-Altona. On apprend, d'autre part, que la compagnie anglaise « London Brighton and South Coast Railway » se dispose à appliquer le même système sur une de ses lignes locales les plus chargées, celle de London Bridge à Victoria Station (Londres). De même, sur les petites lignes d'intérêt secondaire, le système du courant alternatif monophasé a répondu aux espérances du début. Aussi plusieurs lignes de cette dernière espèce ont reçu la traction électrique au cours de 1905; de nouvelles sont, de plus, en voie d'installation. Relativement aux tramways, on ne constate pas, en 1905, de grands progrès sur 1904 : il suffira de noter que les constructeurs allemands ont reçu des commandes pour la substitution de la traction électrique à la traction animale sur plusieurs grands réseaux de tramways de l'étranger, ainsi que pour la construction d'assez importantes installations en Allemagne même.

Instruments et appareils électrotechniques. — Les affaires ont été actives en 1905. Durant les trois premiers trimestres, les prix de vente se sont maintenus au même niveau qu'en 1904, alors que les matières premières avaient commencé à présenter des cours de plus en plus élevés dès le début de la campagne, pour atteindre un maximum durant le dernier trimestre. Les affaires faites avec les monteurs ont été extrêmement actives; mais, pour les grandes commandes fermes, on n'a pu éviter d'accorder parfois des concessions onéreuses nécessitées par l'acuité de la concurrence. Tous les salaires ont été augmentés.

Instruments électro-médicaux, physiques et autres d'un caractère scientifique. — Le caractère des affaires traitées n'a pas différé de celui constaté en 1904. La vente d'appareils électro-médicaux a bénéficié d'un accroissement général dans toutes les branches; malheureusement, il n'a

pas été possible d'accroître les prix malgré l'élévation importante des cours des matières premières; bien plus, en raison du développement de la concurrence, il a fallu abaisser certains prix des catalogues. L'exportation s'est étendue à tous les pays du monde, bien que cette exportation, comme on l'a déjà expliqué dans les précédents rapports annuels, rencontre de grandes difficultés aux Etats-Unis et en Autriche-Hongrie, en raison de l'élévation des tarifs douaniers. Le recul de la vente en Russie, déjà signalé à la fin de 1904, a persisté; mais on n'a pas eu à déplorer, de ce côté, un arrêt complet des transactions. L'exportation dans les pays sud-américains a de nouveau progressé : c'est une preuve que les produits allemands continuent à y rencontrer plus de faveur que les français, lesquels tenaient autrefois le premier rang dans ces pays. En ce qui concerne les conditions de paiement, le régime s'est quelque peu amélioré par rapport aux années précédentes; généralement les acheteurs ne demandent pas un crédit prolongé. Il est regrettable que la clientèle n'attache pas à la perfection des produits autant d'importance qu'au bon marché; de là, l'éclosion d'une concurrence malsaine qui offre au public des articles peu coûteux, mais de minime valeur. On constate également un progrès dans la fabrication et la vente des appareils de physiques et autres d'un caractère scientifique. L'exportation, en ce qui concerne ces derniers produits, a été plus importante qu'en 1904, et elle s'est étendue à tous les pays du globe. Les tarifs douaniers prohibitifs des Etats-Unis entravent la vente; pourtant les produits allemands, en raison de leur bonne construction et de leur excellente facture, ne laissent pas de s'écouler en assez grande quantité dans ce pays. Quant aux affaires avec la Russie, elles ont éprouvé un mouvement de recul attribuable à la guerre d'Extrême-Orient.

G.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES (1)

(Suite) (2)

§ 2. COMBINAISON D'APPAREILS SIMPLES

Combinaison de self-inductions. — Il est inutile de parler de la combinaison de deux résistances ou de deux capacités; les formules de leur accouplement en série ou en dérivation sont bien connues et se trouvent vérifiées par l'expérience à l'oscillographe. Mais les formules concernant les self-inductions sont moins connues. Nous rappellerons qu'elles sont identiques à celles des résistances. Ainsi 2 self-inductions L et L' en dérivation agissent comme une self unique *L*.

$$L_1 = \frac{LL'}{L+L'}.$$

Cette relation se vérifie expérimentalement.

Self-induction shuntée par une résistance. — Le courant prend instantanément la valeur qu'il aurait à travers la résistance R_1 du shunt, puis il augmente de la valeur qu'il aurait à travers la bobine de self, si elle était seule. La formule du courant, qui se vérifie très facilement, est la suivante :

$$I = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{tR}{L}}\right)$$

Self-induction, capacité et résistance. — On sait qu'un circuit composé d'une self, d'une capacité et d'une résistance, forme un circuit oscillant si la self a une valeur suffisante. Il faut :

$$L > \frac{CR^2}{4}$$

On explique le phénomène de la décharge oscillante de la manière suivante : Dès que le condensateur est chargé, il tend à se décharger à travers la résistance et la bobine de self, le courant de décharge crée un champ magnétique; dès qu'il cesse, le champ magnétique tend à disparaître, il se produit un courant qui charge à nouveau le condensateur et ainsi de suite, l'énergie potentielle du condensateur se transformant incessamment en énergie cinétique et réciproquement. Le phénomène pourrait durer indéfiniment s'il n'y avait pas de résistance, mais cette dernière consomme une certaine quantité d'énergie par effet Joule à chaque oscillation et il arrive un moment où toute l'énergie emmagasinée au début dans le condensateur a disparu

Le calcul montre que les oscillations sont périodiques, la période T étant donnée par la formule

$$T = 2\pi\sqrt{CL}.$$

L'amortissement δ est donné par la formule

$$\delta = \frac{\pi R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

et les maxima successifs du courant sont liés par la relation

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_2}{I_3} = \frac{I_3}{I_4} = \dots = e^{\delta}$$

enfin le premier maximum I_1 a pour valeur

$$I_1 = E\sqrt{\frac{C}{L}}\,e^{-\frac{\delta}{2}}$$

La figure 2 est une reproduction d'une photographie obtenue avec les constantes suivantes :

$E = 35$ volts $\qquad T = 2\pi\sqrt{CL} = 6.28 \times 10^{-3}$

$C = 1$ microfarad $\qquad e^{-\frac{\delta}{2}} = 0,9$

$L = 1$ henry

$R = 140$ ohms.

(1) Conférences faites à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et des Télégraphes.

(2) Voir l'*Electricien* n° 812, 21 juillet 1906, p. 33.

La courbe inférieure est celle donnée par le secteur de la rive gauche; les sommets sont distants de $\frac{1}{42}$ de seconde. On déduit des mesures faites sur le cliché

$$T = 0^s,0062$$

	Observé	Calculé	
I_1	31.5	31.5	milliampères
I_2	27	28	»
I_3	20	21	»
I_4	15	17	»
I_5	12	14	»
I_6	9	10	»
I_7	8	9	»

Il y a donc un accord très satisfaisant.

Le phénomène de décharge est symétrique du phénomène de charge.

Condensateur shunté par une résistance. — Nous avons vu que le condensateur donne une

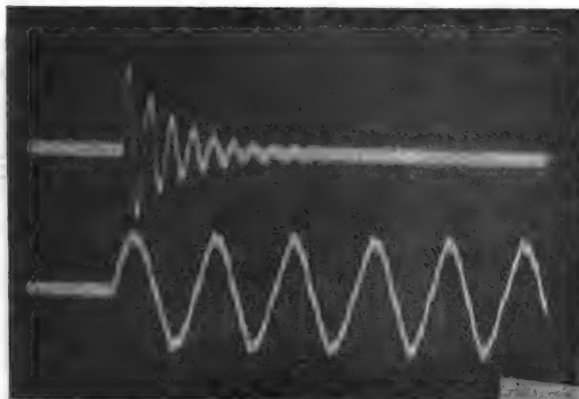


Fig. 2.

courbe de charge analogue à celle d'une self-induction, mais inverse de cette dernière. Quand le condensateur est chargé, le courant cesse. Si nous shuntons par une résistance, quand le condensateur sera chargé, le courant continuera à passer à travers le shunt et nous devons nous attendre à ce que le condensateur shunté se comporte comme une self négative.

Il est très facile d'établir ce résultat par le calcul.

Soit R la résistance du shunt et I le courant qui le traverse.

La différence du potentiel aux bornes du condensateur est évidemment RI et la charge par conséquent CRI.

Si au lieu d'un condensateur, on avait eu en série avec la résistance R une self L, la force é. m. d'induction aurait été égale à $-L\frac{dI}{dt}$, le courant d'induction à $-\frac{L}{R}\frac{dI}{dt}$; par conséquent la quantité totale d'électricité qui aurait été nécessaire pour créer le champ magnétique aurait été $-\frac{LI}{R}$.

Il y aura donc équivalence entre le condensateur et la self L au point de vue de la quantité totale d'électricité absorbée si on a la relation

$$CRI = -\frac{LI}{R}$$

soit

$$L = -CR_2.$$

D'où on conclut qu'un condensateur C shunté par une résistance R est équivalent à une self-induction négative de valeur $-CR^2$.

Cette propriété du condensateur shunté a été établie théoriquement par Vaschy; elle a été pratiquement utilisée par Sir W. Preece, pour améliorer le rendement des récepteurs télégraphiques en diminuant leur self-induction.

Les expériences faites à l'oscillographe ont confirmé ces résultats. Supposons qu'on ait une pile E de résistance intérieure négligeable.

En abaissant la clef K (fig. 3), on constate qu'il passe dans la résistance R un courant analogue à celui qui s'établit à travers une bobine de self-induction.

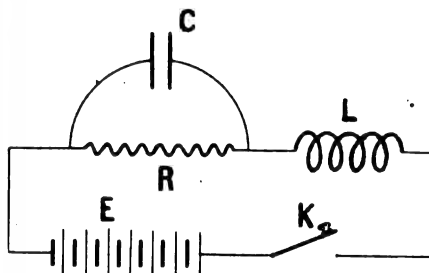


Fig. 3.

Si on ajoute en série une self-induction L et qu'on place l'oscillographe dans le circuit principal, on obtient une courbe analogue à celle de la figure 4 qui correspond aux données suivantes :

$L = 1$ henry
$C = 1$ microfarad
$R = 1000$ ohms.

On avait $L = -CR^2 = 1$; il semble donc que, la self-induction étant équilibrée par le condensateur, on aurait dû obtenir une courbe sans ondulations, le courant ne dépendant que de la résistance ohmique du circuit. Il n'en est pas ainsi, parce qu'il y a équivalence, d'après la formule que nous avons établie, entre les quantités totales d'électricité, mais non pas à chaque instant entre les courants qui traversent le condensateur et la self-induction. Le phénomène est analogue à celui de la charge oscillante et on constate bien, en effet, que le premier maximum est atteint au bout du temps

$$T = \frac{\pi}{2}\sqrt{CL}$$

L'égalité des quantités totales d'électricité se traduit simplement par ce fait que si on prolonge à travers les sinuosités du début de la courbe la

ligne droite qui correspond au régime permanent, les surfaces situées au-dessus de cette ligne et

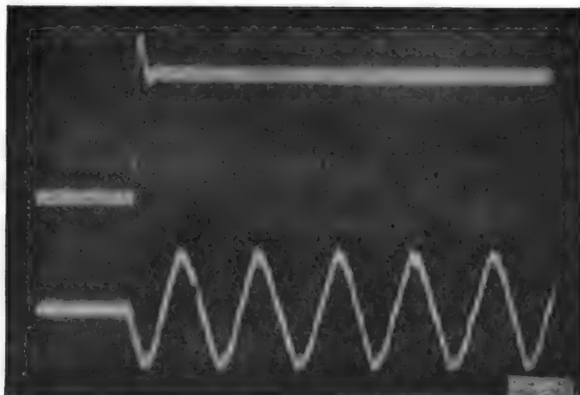


Fig. 4.

comprises entre les sinuosités et cette même ligne sont équivalentes à celles situées en dessous.

Condensateur et self-induction en dérivation. — Considérons maintenant un circuit analogue à la figure 5, composé d'un condensateur C en série avec une résistance R, et shunté par une self L et une résistance R égale à la première.

L'oscillographe étant placé en O sera traversé à la fois par le courant chargeant le condensateur

$$I_1 = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{CR}}$$

et par celui correspondant à la self

$$I_2 = \frac{E}{R} - \frac{E}{R} e^{-\frac{CR}{t}}$$

Si on donne à R une valeur telle que

$$L = CR^2 \quad \text{ou} \quad \frac{L}{R} = CR$$

le courant traversant l'oscillographe sera simplement

$$I = \frac{E}{R}$$

comme si tout le système était réduit à une simple résistance ohmique.

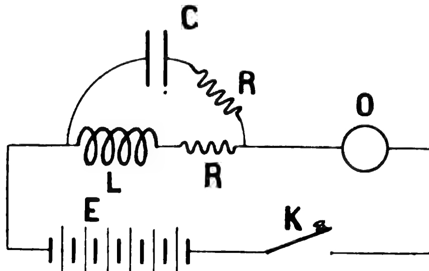


Fig. 5.

Mesure des self-inductions. — Cette remarque nous donne un moyen très commode pour mesurer des self-inductions avec l'oscillographe. Ayant réalisé le dispositif de la figure 5, il suffira de faire varier R jusqu'à ce que la courbe observée se réduise à une simple ligne droite. C'est ainsi que nous avons tout d'abord constaté que l'on peut équilibrer une self de 1 henry avec un condensateur de 50,7 microfarads, quand la résistance R a une valeur de 141 ohms On a ici :

$$CR^2 = 50,7 \times \overline{141}^2 \times \omega^{-6} = 1,007 \text{ henry.}$$

Nous avons ensuite trouvé qu'une résistance de 800 ohms équilibrait la self-induction d'un récepteur Morse dont l'armature est collée sur les noyaux.

$$L = CR^2 = 50,7 \times \overline{0,800}^2 = 32,5 \text{ henrys.}$$

Si l'armature est à sa position normale, il suffit d'une résistance de 660 ohms, ce qui donne :

$$L = 50,7 \times \overline{0,660}^2 = 22,10 \text{ henrys.}$$

Ce dispositif constitue un moyen très commode de mesurer des self-inductions. Il serait peu précis pour des self de faible valeur, mais il est très acceptable pour des self élevées, comme celles que

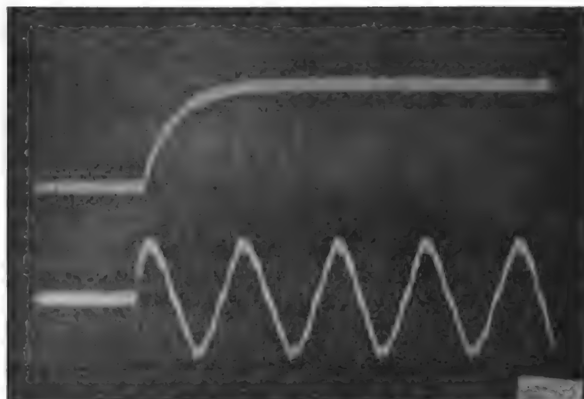


Fig. 6.

nous venons de donner en exemple. Il comporte une précision comparable à celle des autres procédés ordinairement employés et il présente sur eux l'avantage d'une grande rapidité et d'une grande simplicité.

§ 3 RELAIS BAUDOT

Pour étudier les appareils télégraphiques, nous commencerons par déterminer expérimentalement l'importance respective que peuvent avoir sur les courants qui les traversent leurs constantes électriques : résistance, capacité et self-induction. Pour cela nous ferons passer un courant, nous le photographierons à l'oscillographe et nous comparerons avec les formes que nous ont données les appareils simples.

Assimilation à une bobine de self-induction. — La figure 6 représente la courbe du courant qui s'établit à travers un relais Baudot réglé dans les conditions ordinaires de son fonctionnement normal.

Cette courbe est absolument analogue à celle

que donne une bobine de self-induction. En mesurant sur le cliché le temps T au bout duquel le courant a atteint la moitié de sa valeur de régime permanent, en appliquant la formule donnée antérieurement,

$$T = 0{,}69 \frac{L}{R}$$

on trouve pour la self-induction L la valeur 1,4 henry.

C'est bien ce chiffre que l'on détermine par la la mesure directe.

Nous en concluons donc qu'au point de vue électrique, ce relais est une véritable bobine de self-induction. La résistance et la self interviennent seules, la capacité est négligeable en pratique. En circuit local le courant sera donné par la formule

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{tR}{L}}\right)$$

Ajoutons que quand on supprime la pile, on obtient une courbe identique à celle de l'établissement du courant, si on a soin de mettre la pile en court circuit. Si au contraire on ouvre le circuit brusquement, on a, comme pour une simple bobine de self, une étincelle et le courant tombe instantanément à une valeur nulle.

Influence de l'armature. — Quand on fait varier la distance de l'armature aux noyaux, on constate que la self-induction est d'autant plus grande que les noyaux sont plus rapprochés. Ceci est très naturel; mais la variation de self est peu importante. Elle est, d'une façon moyenne, de 4 dixièmes d'henry. La self dépend aussi de l'aimantation des noyaux. Dans les différents spécimens que nous avons étudiés, elle a oscillé entre 1 et 2 henrys.

Quand l'armature fonctionne, la valeur de la self doit varier. Mais comme la course de l'armature est très faible, dans un relais bien réglé, cette variation est inappréciable au point de vue pratique et nous n'avons jamais constaté sur les courbes d'irrégularités provenant de ce fait.

Sensibilité. — La sensibilité sera le plus petit courant capable de faire fonctionner l'armature. Comme dans ce système de transmission, le relais est réglé à l'indifférence, l'attraction magnétique des noyaux sur l'armature est très faible au repos. Le courant agira d'autant plus énergiquement que l'armature sera plus rapprochée. Mais dans cette position la self est augmentée, on peut donc se demander, au point de vue de la rapidité du fonctionnement, quelle est la position la plus avantageuse de l'armature.

Prenons un exemple. L'armature étant rapprochée, la sensibilité est de 1 milliampère et la self de 1,8. L'armature éloignée donne une sensibilité de 6 milliampères et une self de 1,4. Dans la formule :

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{tR}{L}}\right)$$

la quantité $\frac{E}{R}$ représente la valeur du courant arrivé au régime permanent. Supposons que cette valeur soit de 40 milliampères, R est égal à 200 ohms. On aura, dans le premier cas :

$$1 = 40\left(1 - e^{-\frac{tR}{L}}\right) \text{ soit } \frac{tR}{L} = 0{,}025$$

d'où

$$t = \frac{1{,}8 \times 0{,}025}{200} = 0{,}00022 \text{ seconde}$$

dans le deuxième cas

$$6 = 40\left(1 - e^{-\frac{tR}{L}}\right) \text{ soit } \frac{tR}{L} = 0{,}16$$

d'où

$$t = \frac{1{,}4 \times 0.16}{200} = 0{,}0011 \text{ seconde.}$$

On voit donc que, malgré l'augmentation qui en résulte pour la self-induction, il y aura intérêt à régler le relais à la plus grande sensibilité possible

Fonctionnement de l'armature. — Le mouvement de l'armature peut être décomposé en trois temps. Dans le premier, le courant s'établit et atteint une valeur suffisante pour faire décoller l'armature. Pendant tout cet intervalle l'armature reste immobile. Dans le deuxième temps, celle-ci se décolle, quitte le butoir de repos et passe sur le butoir de travail. Enfin dans le troisième temps elle prend contact avec le butoir de travail.

On peut, en montant le relais en trembleur et en le réglant à l'indifférence, mesurer au moyen de l'oscillographe la durée de ces trois intervalles. En effet, tant que l'armature est sur le butoir de repos le courant passe à travers les bobines du relais, il est coupé au moment où l'armature se décolle, il reprend quand elle vient au contact du butoir de travail. Toutefois ce procédé n'est ni très commode, ni très précis, car le réglage est difficile à obtenir et les bobines du relais, qui sont toujours en circuit avec leur self, masquent les détails des phénomènes.

Il est préférable d'étudier chaque mouvement à part et pour cela de recourir aux procédés que nous allons indiquer.

Décollage de l'armature. — Le relais étant monté en trembleur, l'oscillographe O est introduit dans le circuit (fig. 7).

En abaissant la clef K le circuit se ferme, l'armature tend à quitter le butoir R de repos pour venir sur T, mais dès qu'elle s'en éloigne, le courant est coupé, et comme ici le relais n'est plus réglé à l'indifférence, elle est rappelée par l'attraction magnétique des noyaux qui sont polarisés. Le phénomène recommence et elle fonctionne comme une sonnerie-trembleur.

Nous donnons dans le tableau ci-après les résultats obtenus avec un relais dont la sensibilité était de 3,5 milliampères, en employant des forces électromotrices de différentes valeurs.

Pile	Courant de régime.	Temps de décollage observé.	Temps de décollage calculé.
26 volts	130 milliamp.	0s,00020	0s,00027
10 »	50 »	0s,0007	0s,0007
1,5 »	7 »	0s,0060	0s,0066

Pour déterminer le temps calculé, nous avons supposé que le décollage se produisait au moment où le courant atteint une valeur égale à la sensibilité. On voit que l'expérience confirme suffisamment cette hypothèse. Quant aux formes des courbes elles sont assez différentes, et il est facile de se rendre compte qu'il doit bien en être ainsi. Si le courant de régime est très grand, l'armature se décolle violemment, est projetée à une certaine distance et ne revient au contact qu'au bout d'un certain temps. Le courant montera donc très vite, atteindra la valeur correspondant à la sensibilité, puis sera coupé pendant un temps assez long. Si on diminue la force é. m. le courant atteindra moins rapidement la valeur de fonctionnement. L'armature sera moins écartée du butoir, le courant sera coupé moins longtemps. Enfin, si le courant est très faible, suffisant seulement pour produire le mouvement de l'armature, le courant ne sera coupé que pendant un temps très court.

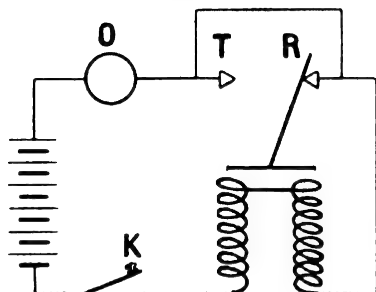


Fig. 7.

intensité très grande

intensité moyenne

intensité faible

Fig. 8.

Les aspects des courbes sont résumés dans la figure 8.

La conclusion de cette première partie de l'étude de l'armature peut donc se résumer ainsi : l'armature se décolle au moment où le courant a atteint une valeur qui est toujours la même pour un réglage donné et qui est égale à la sensibilité.

Cette conclusion est encore confirmée par l'expérience suivante : en ajoutant des résistances dans le circuit d'un relais on voit que le temps du décollage augmente très sensiblement.

Pile.	Résistance.	Temps de décollage.
10 volts	200 ohms	0,0040
»	300 »	0,0062
»	400 »	0,0083
»	500 »	0,0111

Ce relais était peu sensible, il fonctionnait à 16 milliampères, et les valeurs observées sont bien d'accord avec les valeurs calculées.

Quand le relais est sensible, le temps du décollage est très court. C'est ce qui se produira en pratique, car pour la facilité de notre étude nous avons réduit intentionnellement la sensibilité.

Soit 2 m. amp. la valeur de fonctionnement. Pour un courant de régime de 40 m. amp., ce temps ne sera que de 0,000 36 seconde.

Nous allons voir que les autres phases du mouvement de l'armature sont beaucoup plus longues.

Passage du butoir de repos au butoir de travail. — Une fois l'armature décollée, elle passe sur le butoir de travail. Ce mouvement sera évidemment d'autant plus rapide que le rapport du courant de régime à la sensibilité est plus grand, ou autrement d'autant plus rapide que la sensibilité est plus grande et le courant final plus intense. Nous donnons plus loin le dispositif expérimental pour étudier le phénomène et les chiffres obtenus.

Contact définitif avec le butoir de travail. — Au moment où l'armature arrive sur le butoir, elle éprouvre un choc d'autant plus violent que le courant de travail est plus fort. Elle rebondit, mais elle est rappelée par le courant, de sorte que finalement le contact définitif est plus vite assuré et le nombre des rebondissements moins nombreux quand le courant est plus intense.

Voici le dispositif expérimental qu'on peut employer pour étudier les particularités du mouvement de l'armature. L'armature du relais (fig. 9) est introduite en dérivation sur les bornes de l'oscillographe O, de telle manière que le courant d'un circuit local, comprenant une pile et une résistance R, traverse l'oscillographe quand cette armature n'est pas en contact avec l'un de ses butoirs.

On trouve les résultats suivants :

Sensibilité.	Régime.	Passage sur butoir de travail.	Contact définitif.
16 m. amp.	50 m. amp.	0s,005	0s,014
16 »	20 »	0s,008	0s,025
6 »	50 »	0s,0025	0s,012
6 »	20 »	0s,0039	0s,017
6 »	7 »	0s,025	0s,025

On voit qu'il y a intérêt à donner au relais la plus grande sensibilité possible.

Si cette sensibilité est de l'ordre du milliampère, on arrive à réduire le temps de passage sur le butoir de travail à 1 millième de seconde environ; nous indiquerons, au chapitre suivant, à propos de la mesure de la capacité des lignes, par quel pro-

cédé, plus commode que les photographies relevées à l'oscillographe, on peut mesurer des temps aussi courts d'une façon très exacte.

Le contact définitif est assuré au bout d'un centième de seconde.

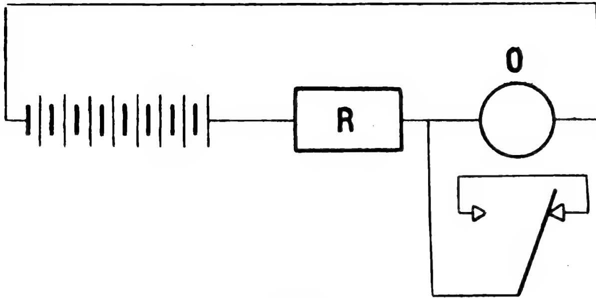


Fig. 9.

Retour de l'armature. — On peut, au moyen du même dispositif expérimental, étudier le mouvement de retour de l'armature, quand le courant cesse. La connaissance du temps qu'exige ce mouvement est peu important, car en pratique les relais sont réglés à l'indifférence, de sorte que l'armature ne fonctionne jamais que sous l'effet d'un courant et ne revient pas d'elle-même sur le butoir de repos. Aussi nous ne donnons des chiffres et nous n'avons fait l'expérience que dans le but de compléter nos connaissances sur le mécanisme du fonctionnement du relais.

On constate, ce qui est bien à prévoir, que plus le relais est sensible, moins l'attraction magnétique des noyaux est importante, et par conséquent plus le retour est lent et plus sont nombreux les rebondissements sur le butoir de repos.

Ce retour exige en général de 0,010 à 0,012 seconde et le contact définitif n'est assuré qu'au bout d'un temps double.

Conclusions. — Nous pouvons conclure de cette étude que dans les conditions ordinaires de son emploi, réglé à l'indifférence et par conséquent doué d'une très grande sensibilité, le relais Baudot fonctionne très rapidement.

L'armature se met en mouvement au bout d'un temps presque inappréciable, elle passe sur le butoir de repos en un millième de seconde environ, mais pour prendre un bon contact avec ce butoir, il lui faut plusieurs millièmes de seconde, souvent un centième. C'est donc cette dernière phase du fonctionnement qui est la plus lente : elle réduirait de beaucoup la rapidité de transmission, s'il était nécessaire qu'elle fût complètement achevée avant qu'un nouveau signal pût être enregistré. Il n'en est heureusement pas ainsi. Le relais n'a à actionner que des appareils locaux qui se mettent en mouvement dès qu'un contact même rapide a eu lieu sur le butoir de repos. Dans ces conditions, le temps de fonctionnement du relais se trouve à peu près réduit à celui qui est nécessaire pour passer du butoir de repos au butoir de travail, c'est-à-dire en un ou deux millièmes de seconde.

§ 4. APPAREIL MORSE

Pour étudier l'appareil Morse nous procéderons comme à l'ordinaire, nous ferons passer un courant, et nous tâcherons de déduire de la forme de la courbe les propriétés électriques.

La figure 10 représente la photographie de cette courbe.

On y remarque au début une partie presque verticale assez courte, puis une courbe qui vient s'infléchir, former un crochet, continue à s'élever en s'aplatissant et enfin se termine par une ligne horizontale. Le phénomène est donc assez compliqué.

Variation de la self-induction. Retard à l'aimantation. — Au lieu de laisser l'armature libre, fixons-la d'abord contre le butoir de repos, puis contre le butoir de travail. L'aspect des courbes change, le crochet disparaît, le début vertical existe toujours, mais la courbe est plus aplatie si l'armature est sur travail, c'est-à-dire plus rapprochée des noyaux. En somme, la première partie de la courbe de la figure 10 correspond à l'armature éloignée et en contact avec le butoir de repos. La self-induction n'est pas très grande dans cette position. Le courant continuant à passer, l'armature est attirée, la self-induction augmente, car le circuit magnétique de l'électro-aimant devient plus court, l'énergie fournie par le courant oblige ce dernier à diminuer de valeur; puis l'armature étant venue sur butoir de travail, la self ne varie plus, mais elle a une valeur plus grande et le courant continue à croître, mais avec une allure qui correspond à une self-induction plus considérable.

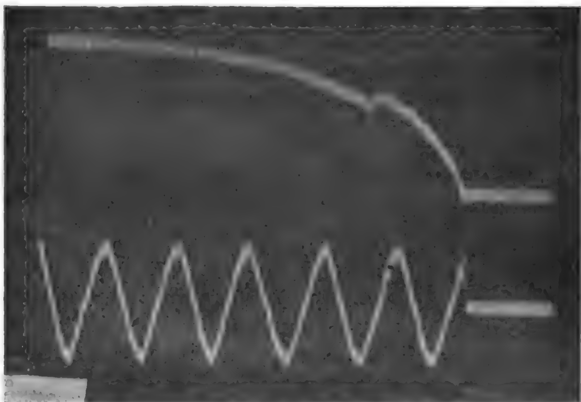


Fig. 10.

Nous nous rendons compte ainsi très facilement de la forme générale de la courbe et de la présence du crochet. Reste à expliquer la première partie, l'ascension presque verticale. Pour cela, nous supprimons l'armature; nous constatons qu'alors la courbe se relève, et c'est naturel puisque la self-induction de l'électro-aimant est moindre. Mais la partie verticale existe encore. Enlevons alors les noyaux et ne conservons que les bobines. La

montée du courant est beaucoup plus rapide. La courbe ne présente aucun point singulier et se confond au début avec la partie verticale, dont la présence était resté jusqu'ici sans explication.

En résumé, si nous reprenons le phénomène complet, nous voyons qu'au début le courant s'établit comme si les noyaux et l'armature n'existaient pas. Leur présence ne se manifeste qu'au bout d'un temps voisin d'un millième de seconde. C'est le *retard à l'aimantation*. Le fer du circuit magnétique étant aimanté, la self-induction augmente beaucoup de valeur, la courbe du courant doit s'aplatir. Quand le champ magnétique est suffisant, l'armature est attirée. A ce moment l'augmentation brusque et assez considérable de la self se traduit par une diminution de l'intensité du courant, correspondant au travail de l'aimantation et de l'attraction de l'armature; puis cette armature venant se fixer dans une position invariable, le courant continue à augmenter, mais dès lors sans à coup, et la courbe est plus aplatie, parce que la self est plus grande.

Valeurs de la self-induction. — La valeur de la self-induction d'un électro-aimant dépend de la nature du fer qui forme les noyaux et l'armature. Comme ces différentes parties de l'appareil sont assez massives, il faut s'attendre à ce que les valeurs de la self soient assez élevées, et aussi assez variables avec les divers échantillons soumis à l'expérience.

Quand les noyaux sont enlevés, nous trouvons par la mesure directe ou par l'examen de la courbe à l'oscillographe

$$L = 0{,}91 \text{ henry}.$$

Cette valeur correspond bien à celle qu'on peut directement calculer. La longueur du fil enroulé est de 1050 m environ, la longueur des noyaux de 12 cm. La formule connue donne

$$L = \frac{1{,}050^2 \times 10^{10}}{12} = 0{,}9 \times 10^9 \text{ cm} = 0{,}9 \text{ henry}$$

Quand les noyaux sont en place, nous avons trouvé les valeurs suivantes :

Armature éloignée	self	12 à 22 henrys
» normale	»	14 à 25 »
» collée	»	20 à 30 »

Désaimantation. — De même que l'aimantation ne s'établit pas instantanément, elle ne disparait qu'assez lentement. Si on rompt brusquement le circuit, au lieu de voir le courant devenir immédiatement nul, on constate, qu'il tombe de suite à une valeur très faible, mais qui n'est pas nulle et ensuite il décroît lentement. Le phénomène est d'autant plus marqué que l'armature est plus près des noyaux. Quand elle est collée, il peut durer presque un centième de seconde.

Fonctionnement. — Il résulte de ce qui précède que le fonctionnement du Morse est plus compliqué que celui du Baudot à cause des variations de la self-induction, durant le passage du courant. Cependant il faut remarquer qu'une fois l'armature venue sur le butoir de travail la self ne varie plus, et la courbe du courant, à partir de ce point, se confond avec celle qui aurait été obtenue, si la self avait eu, dès le début, la valeur qu'elle a présentement. Ici encore, la considération de la sensibilité simplifie beaucoup la question. La sensibilité, déterminée expérimentalement, donne le courant minimum nécessaire pour amener l'armature sur le butoir de travail. Si nous voulons savoir à quel moment ce phénomène se produira il suffira, dans la formule bien connue,

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{tR}{L}}\right)$$

de donner à I la valeur obtenue pour la sensibilité, et à L la valeur qui correspond à la self-induction, l'armature étant en position de travail. Le nombre calculé pour t donnera le temps de fonctionnement.

Voici, à titre d'exemple, quelques chiffres. Les données expérimentales ont été relevées sur des courbes photographiées à l'oscillographe.

Courant de régime.	Sensibilité.		Temps de fonctionnement observé.	calculé.
50 m. amp.	30 m. amp.	(armature éloignée)	0s,020	0s,022
50 »	14 »	(» normale)	0s,0080	0s,0076
100 »	75 »	(» éloignée)	0s,040	0s,034
18 »	14 »	(» normale)	0s,035	0s,036

Electro-aimants en général. — L'étude qui vient d'être faite du Morse s'applique à tous les appareils qui possèdent des électro-aimants renfermant une masse importante de fer doux. Nous ne pouvons donner ici, sans dépasser les cadres de ce travail, les résultats que nous avons obtenus avec d'autres appareils. Il nous suffira de dire que nous avons constaté toujours les mêmes phénomènes avec des appareils très divers, tels que sonnerie, trembleur, rappel par inversion, relais translateurs divers, et que par conséquent les procédés de recherches que nous avons indiqués à propos du Morse semblent s'appliquer d'une manière satisfaisante à tous les récepteurs du même genre.

Devaux-Charbonnel.

(A suivre.)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 2 JUILLET 1906

M. le Ministre de l'instruction publique adresse une amplication du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. D. Gernez, pour remplir, dans la section de physique, la place laissée vacante par le décès de M. P. Curie.

M. H. Moissan présente une note de M. P. Fournel *sur la détermination des points de tranformation de quelques aciers par la méthode de la résistance électrique.*

SÉANCE DU 9 JUILLET 1906

M. Becquerel présente une note de M. Devaux-Charbonnel *sur la mesure de la capacité et de la self-induction des lignes télégraphiques.*

M. Mascart présente une note de M. Paul L. Mercanton *sur l'inclinaison magnétique terrestre aux époques préhistoriques.*

M. H. Poincaré présente une note de M. Carl Stœrmer *sur les trajectoires des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre avec application aux aurores boréales et aux perturbations magnétiques.*

M. Violle présente une note de M. P. Villard *sur l'aurore boréale.*

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 18 MAI 1906

M. Hollard fait hommage à la Société de Physique d'un ouvrage qu'il a fait en collaboration avec son préparateur, M. Bertiaux : l'*Analyse des métaux par électrolyse.* Bien que le titre de cet ouvrage semble le désigner plus particulièrement aux chimistes qu'aux physiciens, il mérite également l'attention des physiciens parce que c'est surtout à la physique qu'il y est fait appel dans l'interprétation des phénomènes ainsi que dans l'exposé des lois et des principes.

Pour la première fois, dans ce livre, on trouve exposée, d'une façon complète, une théorie de l'analyse électrolytique, c'est-à-dire, d'une part, une interprétation des phénomènes de l'électrolyse appliqués à l'analyse; d'autre part, une orientation pour ceux qui voudront faire des recherches d'analyse électrolytique. Ce livre n'est pas un ouvrage de compilation, mais c'est le résultat de douze années de recherches expérimentales.

Les méthodes de séparation et de dosage qui s'y trouvent ont été vérifiées sur des éléments pesés et mélangés en proportions quelconques; puis ces méthodes ont été appliquées aux produits les plus variés (métaux industriels, alliages, minerais et produits d'usine).

Les auteurs ont surtout dirigé leurs recherches là où l'analyse pondérale ou volumétrique laisse à désirer soit au point de vue du manque de précision, soit au point de vue de la lenteur ou des difficultés de la manipulation.

Les auteurs sont arrivés à pouvoir déposer sur les électrodes, dans un grand nombre de cas, des quantités illimitées de métal. C'est là une ressource très précieuse lorsqu'il s'agit de séparer ce métal d'avec des éléments (impuretés ou corps ajoutés intentionnellement), qui s'y trouvent noyes en très petites proportions, car ces éléments restent, après l'électrolyse, seuls dans le bain et peuvent correspondre à une quantité de métal aussi grande qu'on le désire, conditions très favorables à la simplicité et à la précision du dosage de ces éléments.

Sur la répartition du courant dans les accumulateurs, par M. U. Schoop. — M. Schoop s'est proposé d'étudier expérimentalement la répartition du courant dans les électrolytes en général, et sa distribution à la surface des électrodes d'accumulateurs. Il a imaginé pour cela un certain nombre d'expériences d'une réalisation facile et qui s'appliquent tout spécialement à ce genre de recherches.

En premier lieu, il s'attache à démontrer pratiquement le fait déjà connu théoriquement, à savoir que, dans un électrolyte traversé par le courant, il y a des lignes de courant non seulement entre les électrodes, mais encore en tous les points du liquide. Son dispositif expérimental consiste essentiellement en deux petites plaquettes de platine ou de plomb spongieux, reliées soit à un galvanomètre, soit à un téléphone. Cet analyseur permet de connaître la direction des lignes équipotentielles et par suite des lignes de courant, sans toutefois permettre de mesurer leur intensité. M. Schoop a pu constater ainsi que, dans un récipient de forme quelconque, la portion d'électrolyte non comprise entre les électrodes est cause de perturbations profondes dans la répartition des lignes de courant, et il propose d'appeler cette portion extérieure : *shunt électrolytique,* pour bien montrer son action. Dans un accumulateur, par exemple, le travail inégal des électrodes peut être attribué en grande partie au shunt électrolytique constitué par le liquide entourant le faisceau de plaques. Il rappelle que dans l'électrolyse avec électrodes solubles, et malgré une agitation mécanique intense qui empêche la formation de couches de liquide de densités différentes, les électrodes sont complètement dissoutes à la partie inférieure, alors que la partie supérieure est à peine attaquée. Il cite encore le phénomène de la diminution de capacité de plaques négatives d'accumulateurs dont la partie inférieure n'avait plus que 50 pour 100 de la capacité de la partie supérieure. Enfin M. Schoop termine en montrant comment on peut constater que les plaques d'un accumulateur travaillent inégalement suivant leur place dans l'élément, et comment on peut vérifier la distribution du courant sur les deux faces et en tous les points d'une même plaque. Il souhaite que cet ensemble de recherches soit de quelque utilité aux praticiens de l'électrolyse, et contribue à perfectionne cet instrument si intéressant qu'est l'accumulateur.

SÉANCE DU 1er JUIN 1906

M. A. Guébhard, à propos du dispositif de M. U. Shoop, fait remarquer que l'introduction, dans un champ électrolytique, d'un circuit métallique, surtout à larges extrémités, bien loin de pouvoir servir à explorer ce champ, ne fait que le perturber profondément, en créant un véritable court-circuit entre deux portions de champ que sépare une résistance liquide extrêmement grande par rapport à la dérivation offerte. Il y a un appel considérable des lignes de flux sur les électrodes parasites, un détournement de courant tout à fait disproportionné et, en aucun cas, même au zéro,

les indications ne correspondent au champ préexistant, mais à un champ tout différent. Seul l'emploi d'un électromètre en circuit ouvert et d'explorateurs punctiformes pourrait légitimer ce mode d'exploration, et encore à condition de tenir grand compte des phénomènes de polarisation qu'exagère, dans le dispositif de M. Shoop, l'emploi du plomb spongieux.

Galvanomètre optique à indications lumineuses et pouvant servir à l'enregistrement photographique, par M. Gaston Gaillard. — Cet appareil, qui ne diffère en rien du type ordinaire du galvanomètre, présente toutefois le dispositif optique suivant. La source lumineuse est portée par l'appareil et placée entre les branches de l'aimant; la lumière est amenée dans le haut de la pièce de fer doux, un prisme à réflexion totale la renvoie intérieurement dans l'axe, un diaphragme est placé immédiatement au-dessous, enfin un objectif destiné à fournir une image de ce dernier se trouve à l'autre extrémité inférieure de la pièce de fer. L'équipage est percé à sa partie inférieure et en son centre d'un trou de 2 mm à 3 mm de diamètre. Sur l'équipage et en dessous, est placé d'une façon que l'on rend solidaire un petit miroir monté sur un axe horizontal et que l'on peut incliner à volonté, soit à 45° si l'on veut rejeter l'image et l'observer comme d'habitude sur une échelle verticale, soit d'un angle convenable pour la projeter sur une graduation horizontale.

Ce dispositif permet ainsi de transformer le galvanomètre en un appareil optique possédant sa source lumineuse et portant lui-même son échelle.

Il permet de lire directement les angles et en plus les tangentes comme avec la méthode ordinaire du miroir.

Selon le diaphragme et l'objectif employés, on peut projeter soit une image analogue à celle fournie par les galvanomètres ordinaires, ou bien un point lumineux se comportant comme un véritable index dont on peut à volonté faire varier la longueur et se prêtant par suite à l'impression de feuilles sensibles. Selon les conditions dans lesquelles on veut produire l'image on peut également à l'intérieur de la pièce de fer doux établir tout un système de prismes.

A la place du miroir, qui coulisse dans une bague, on peut monter selon les cas, et particulièrement pour l'enregistrement par exemple, un prisme à double réflexion et à angle droit, ou bien encore un biréfringent ou un prisme composé.

Ce dispositif peut également s'adapter à tous les appareils de mesures électriques ou autres qui ont besoin de garder une grande sensibilité et, d'une façon générale, à tous les appareils dont les indications sont fournies par l'amplification d'un déplacement ou se traduisent par la mesure d'un angle, puisqu'il permet d'obtenir optiquement les indications de l'appareil et qu'il substitue, à l'entraînement d'un stylet ou d'une aiguille commandée par un levier, le déplacement d'un point lumineux pouvant s'enregistrer photographiquement selon la rapidité des variations à étudier.

SÉANCE DU 15 JUIN 1906

Nouveau tube de Crookes à régulateur automatique, par M. G. Berlemont. — Un des inconvénients de manipulation des tubes à rayons X est le réglage obtenu jusqu'à présent par des régulateurs différents reposant en général sur le chauffage; or cette opération ne donne pas toujours les résultats attendus, soit que l'on chauffe trop, ce qui abaisse l'étincelle dans des proportions qui souvent rendent le tube trop mou, ou bien, le tube étant trop dur, on soit obligé de le chauffer continuellement pour le maintenir dans un état à peu près constant, ce qui constitue une manipulation peu pratique et ne donnant pas toujours le résultat voulu.

Pour remédier à ces défauts, j'ai construit un modèle qui permet très simplement le réglage de la façon suivante : si le tube est jugé trop dur, on ouvre le robinet R dont le réservoir contient du coton mouillé, un courant d'air humide passe dans la canalisation et vient en contact de l'anode (celle-ci portée au rouge par le courant); par dissociation de l'eau sous l'action de la chaleur, il se produit de l'hydrogène qui, par osmose, passe au travers de l'anode et régénère le tube; il suffit ainsi de quelques minutes pour abaisser l'étincelle équivalente de 2 cm ou 3 cm; dès que l'on juge le tube à l'état voulu, on referme le robinet R et il se maintient dans un état presque constant pendant un temps assez long jusqu'à une demi-heure de marche sans arrêt, le petit volume de gaz qui reste dans la canalisation empêche le tube de durcir.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Accumulateurs.

364 989. — Accumulatoren Fabrik. — Séparateurs pour batteries d'accumulateurs (6 avril 1906).

365 179. — Thiellet et Denard. — Accumulateurs (12 avril 1906).

Appareillage.

365 180. — Castel de Courval. — Interrupteur (12 avril 1906).

365 191. — Ateliers Thomson-Houston. — Rhéostat (13 avril 1906).

364 984. — Lowenherz. — Commutateur (6 avril 1906).

Applications diverses.

364 926. — Haenflein. — Avertisseur électrique de niveau d'eau (5 avril 1906).

365 086. — Gianoli. — Distributeur d'allumage (11 avril 1906).

365 166. — Julien. — Allumeur magnétique (12 avril 1906).

365 072. — Russo et Feinsten. — Indicateur électrique du poids (10 avril 1906).

Canalisations.

365 074. — Houry et Filleul Brohy. — Fils et câbles (10 avril 1906).

Divers.

364 953. — Holman. — Electro-aimants (12 mars 1906).

365 192. — Ateliers Thomson-Houston. — Régulation (13 avril 1906).

364 919. — Fauvin, Amiot et Cheneaux. — Appareils électriques en verre (5 avril 1906).

365 135. — Ropiquet. — Mesure de la qualité de pénétration des rayons X (26 mars 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

Eclairage et lampes.

364 925. — Siemens et Halske. — Corps incandescents (5 avril 1906).

365 073. — Cervenka. — Lampe à arc (10 avril 1906).

365 129. — Ateliers de constr. élect. de Charleroi. — Lampe à arc (19 mars 1906).

365 188. — Deutsch Gasglühlicht (Auergesellschaft). — Lampes à incandescence électriques (12 avril 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

364 978. — Londei. — Electrolyse de liquides (6 avril 1906).

365 070. — Soc. Salpetersaüre Industrie. — Acide azotique tiré de l'air atmosphérique (10 avril 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

365 036. — Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke. — Régulation des dynamos (9 avril 1906).

Instruments de mesure.

365 067. — Soc. d'électricité Nilmelior. — Mesure de courants électriques (10 avril 1906).

Moteurs.

364 938. — Soc. l'Eclairage électrique. — Appareil de manœuvre ponr moteur électrique (9 janv. 1906).

365 002. — Ateliers Thomson-Houston. — Moteur monophasé (7 avril 1906).

365 024. — Finzi et Tallero. — Porte-balais (7 avril 1906).

365 143. — Pifre. — Réglage de moteurs électriques (31 mars 1906).

Piles.

365 080. — Leclanché. — Piles électriques (11 avril 1906).

Télégraphie.

364 966. — Artom. — Récepteur (5 avril 1906).

Téléphonie.

361 557. — Soc. de mat. téléphonique (G. Aboilard et Cie). — Appareil pour renforcer ou reproduire les courants téléphoniques (16 juin 1906).

365 127. — Soc. indust. des Téléphones. — Microphone (17 mars 1906).

365 160. — Mc Carty. — Téléphonie sans fil (10 avril 1906).

365 195. — Hellfritsch. — Micro-téléphone (13 avril 1906).

Traction.

364 964. — Potterat. — Prise de courant (4 avril 1906).

365 031. — Holms et Allen. — Tête de trolley (9 avril 1906).

365 087. — Stoll. — Tendeur de câble (11 avril 1906).

365 165. — Soc. an. Westinghouse. — Contrôleurs (11 avril 1906).

365 016. — Imeson. — Doigt de contact pour contrôleurs électriques (7 avril 1906).

CHRONIQUE

Utilisation de petites forces motrices hydrauliques.

Les app ications de l'énergie électrique à l'agriculture tendent à se développer de plus en plus et bien souvent il serait possible d'utiliser avec grand avantage les petites forces hydrauliques de nos petits cours d'eau, si nos agriculteurs se tenaient au courant des améliorations que l'énergie électrique a permis d'apporter dans nos exploitations agricoles.

Un exemple de petite installation suffira pour démontrer qu'il est très facile d'utiliser les forces naturelles dont nous disposons.

A Mareuil-le-Port-à-Binson (Marne), un meunier, M. Thuillier-Lecart, possède un moulin actionné par une turbine hydraulique d'une puissance de 5 à 6 ch. Pendant l'été, faute d'eau, il avait dû employer un moteur à vapeur pour ne pas interrompre le fonctionnement du moulin et donner satisfaction à sa clientèle.

A environ 380 m, existe un autre moulin inutilisé où l'on pouvait disposer en toute saison d'une puissance de 7 ch. Afin de pouvoir utiliser cette puissance disponible sans rien changer à son installation de meunerie, il suffisait de transporter électriquement l'énergie du moulin inutilisé à l'autre et c'est la solution qui a été adoptée.

L'installation a été faite par M. Chevrier, électricien à Reims. Elle comporte une turbine hydraulique horizontale de 8 ch, construite par la maison Royer-Joly d'Epinal et munie d'un régulateur.

La turbine actionne, à la vitesse angulaire de 1400 t : m, une génératrice à courant continu de 6 kw sous 240 volts, du type de la Compagnie générale de Nancy.

La ligne aérienne qui relie les deux moulins est à deux conducteurs de 14 mm² de section.

La réceptrice est du même type que la génératrice et attaque directement l'arbre du moulin.

Grâce à cette installation, on a pu disposer d'une puissance totale de 15 ch et la production journalière de farine a été portée de 10 à 35 quintaux. De plus, l'éclairage électrique est parfaitement assuré.

Dans ces conditions, l'installation de la machine à vapeur a pu être supprimée. Il en est résulté une économie sensible, car la dépense de charbon et le salaire d'un chauffeur ont pu être supprimés. — K.

La dissipation électrique du brouillard.

Nous avons publié dernièrement dans l'*Electricien* (n° du 14 avril 1906, p. 231), un article de M. G. Dary sur la dissipation électrique du brouillard et des fumées d'usines, dans lequel il était rendu compte des expériences faites en Angleterre par sir Oliver Lodge.

Un de nos lecteurs nous fait connaître que des essais analogues ont été effectués en France à Wimereux-Plage, par M. Dibos, ingénieur maritime, lauréat de l'Institut qui, depuis 1898, étudie certaines méthodes de dispersion d'hydrométéores et, en octobre 1904, a obtenu des résultats satisfaisants par l'emploi d'appareils et d'une antenne-rateau disposée sur le toit de la villa Excelsior, à Wimereux.

La méthode de dispersion du brouillard par l'électricité, imaginée par M. Dibos, a fait l'objet de plusieurs communications à diverses sociétés savantes. Un aperçu

de ces recherches a éte publié récemment dans le *Bulletin de la Ligue maritime à Paris*.

M. Dibos a très heureusement solutionné le problème de la dispersion artificielle des brumes et brouillards en utilisant après l air comprimé et réchauffé, les ondes hertziennes. — K.

L'énergie électrique et les moulins à vent.

Comme complément intéressant de l'article jadis publié dans les colonnes sur l'installation réalisée à Askow, Danemark, par le professeur La Cour, avec moteur à vent pour actionner les dynamos, nous donnons ci-dessous les résultats financiers obtenus dans cette installation, d'après les renseignemeuts fournis à *The Electrician* de Londres.

La station d'Askow est en service depuis deux ans et alimente 450 lampes à incandescence, ainsi que quelques lampes à arc et des moteurs; elle comporte comme réserve pour les temps calmes un moteur à pétrole et une batterie d'accumulateurs.

On a donc pu apprécier d'une manière précise le rendement financier de l'installation. Le capital dépensé se divise comme il suit :

Moulin à vent	4 125 fr
Moteur à pétrole	4 125
Batterie d'accumulateurs . . .	6 875
Dynamo	1 250
Disjoncteur automatique. . . .	475
Tableau de distribution, etc . .	475
Terrains de la station.	3 625
Canalisation	1 750
Total	22 700 fr

Les frais d'exploitation annuels se subdivisent de la manière suivante :

Entretien, surveillance, etc., du moulin .	275 fr
Fonctionnement du moteur à pétrole. .	162,50
Pétrole.	275
Divers.	100
Total.	812,50

Les recettes comparées à ces dépenses ont donné comme résultat un dividende de 12 0/0.

Enfin pour faciliter les installations de ce genre, M. La Cour donne la formule suivante d'après laquelle on obtiendra pour une surface d'ailes et une vitesse de vent déterminée le nombre de chevaux disponibles aux bornes de la dynamo.

$$\text{Chevaux} = \frac{\text{Surface d'ailes en m}^2 \times (\text{vitesse du vent par seconde en mètres})^3}{1{,}250}.$$

G. D.

Extincteur d'incendie « Minimax ».

Par application d'un décret en date du 22 mars 1906, toutes les usines, ainsi que les ateliers et magasins, doivent prendre certaines précautions pour combattre tout commencement d'incendie.

Du reste, voici le texte du paragraphe de ce décret relatif à la consigne pour le cas d'incendie :

« Les chefs d'établissement prendront les précautions nécessaires pour que tout commencement d'incendie puisse être rapidement et efficacement combattu.

« Une consigne affichée dans chaque local de travail indiquera le matériel d'extinction et de sauvetage qui doit s'y trouver et les manœuvres à exécuter en cas d'incendie avec les noms des personnes désignées pour y prendre part.

« La consigne prescrira des essais périodiques destinés à constater que le matériel est en bon état et que le personnel est préparé à en faire l'usage.

« Cette consigne sera communiquée à l'inspecteur du travail; le chef d'établissement veillera à son exécution. »

Pour permettre aux industriels et aux chefs d'établissements de se conformer à ces prescriptions absolument obligatoires, un inventeur a imaginé un appareil dénommé « Minimax » qui, d'après les essais auxquels nous avons assisté, remplit parfaitement les conditions requises.

Après le banquet du Syndicat des usines d'électricité, qui a eu lieu le 16 juin dernier, on a procédé à une expérience qui consistait à éteindre un brasier composé de six grandes caisses remplies de lattes goudronnées, de copeaux et autres matières inflammables, copieusement arrosées d'essence de pétrole et auxquelles on avait mis le feu. En peu d'instants, le feu atteignit une grande intensité.

A l'aide de l'appareil « Minimax », très portatif et très simple, M. Fauconnet, directeur général de la Société qui construit ce remarquable extincteur, put éteindre complètement le foyer en moins de 30 secondes.

Cet extincteur, de fonctionnement sûr, présente le grand avantage sur les appareils analogues de ne comporter ni tuyau, ni piston, ni mécanisme quelconque. Il se manœuvre d'une seule main, tant pour produire le choc nécessaire à son fonctionnement que pour en diriger le jet. Il constitue un grand progrès sur tous les extincteurs d'incendie utilisés jusqu'à présent. — K.

Installation, dans les rues de Berlin, de cabines téléphoniques publiques.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* annonce que des cabines téléphoniques publiques vont être installées, à bref délai, dans les rues de Berlin. Ces cabines seront abritées par des colonnes que l'on doit substituer aux colonnes « Urania » actuelles, car ces dernières, consacrées à la publicité, sont appelées à disparaître comme ne fournissant pas les résultats attendus de l'entreprise exploitante On donnera aux nouveaux édicules une forme tout particulièrement gracieuse qui doit être arrêtée à la suite d'un concours. On a seulement, jusqu'ici, décidé, d'une façon ferme, que chaque nouvel édicule portera, à son sommet, une horloge pourvue de quatre cadrans. L'intérieur de la colonne sera occupé, en partie, par un appareil téléphonique automatique de l'Administration des Postes. Berlin va être ainsi doté d'un nouveau moyen de communication qui se rencontre, depuis plusieurs années déjà, dans les pays scandinaves. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 814 4 Août 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

LA SIDÉRURGIE ÉLECTROTHERMIQUE

Par le Major E. Stassano (1)

On sait très bien que dans les fours ordinaires on n'utilise qu'une très faible partie du pouvoir calorifique des combustibles employés pour les chauffer. De plus, la quantité de chaleur réellement utilisée varie avec la disposition donnée au four et avec le mode de chauffage.

En moyenne, le rendement thermique des combustibles industriels n'est que de 2 à 3 0/0 pour un feu de forge; de 5 à 10 0/0 pour les appareils dans lesquels l'échauffement se produit à travers des parois en matières réfractaires, comme dans les creusets; de 10 à 20 0/0 dans les fours à sole et dans les fours à manche de petite et de moyenne hauteur. On obtient enfin un rendement de 30, 50 et même 70 0/0 dans les cubilots et dans les hauts fourneaux.

Le rendement thermique très faible obtenu dans les fours industriels est dû, en grande partie, à ce fait que l'élément comburant, l'oxygène de l'air, se trouve considérablement dilué dans un gaz inerte, l'azote, qui, lors de la combustion, absorbe une grande quantité de chaleur pour pouvoir se dégager, abaissant ainsi la température et mettant dans l'obligation de donner de grandes dimensions à la chambre de combustion. Par suite de cette nécessité, il se produit de grandes pertes de chaleur par rayonnement des parois et aussi par convection.

On comprend alors pourquoi, en utilisant la chaleur développée par la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique, on peut obtenir un rendement élevé, précisément parce que cette source de chaleur n'est point due à la combustion et que l'on évite ainsi la plus importante cause de pertes, inhérente à l'emploi d'un combustible.

En prenant 20 0/0 comme valeur moyenne du rendement thermique des combustibles industriels utilisés pour chauffer les fours métallurgiques et en évaluant à 50 0/0 seulement le rendement thermique de l'énergie électrique, il est facile d'établir les limites dans lesquelles la substitution du chauffage électrique au chauffage par combustion peut être réalisée industriellement et quelle est l'économie qui en résulte.

Le pouvoir calorifique moyen des combustibles industriels est de 6500 calories (1); d'autre part, la transformation en énergie thermique d'une quantité d'énergie électrique de 1 ch produit 635 calories. En tenant compte des rendements indiqués précédemment, il faut :

$$\frac{6500 \, . \, 20}{100} : \frac{635 \, . \, 50}{100} = 4{,}22$$

chevaux d'énergie électrique transformés en énergie thermique pour produire le même travail thermique que celui que procure 1 kg de combustible brûlé dans un four industriel.

La majeure partie des usines génératrices hydraulico-électriques peuvent produire le cheval-an électrique à un prix ne dépassant pas 40 fr (2). Dans ces conditions, si l'on arrive à utiliser 50 0/0 de la chaleur produite par la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique, le four électrique, alimenté par usine génératrice disposant d'importantes forces motrices hydrauliques, peut fonctionner dans les mêmes conditions économiques que si l'on utilisait du charbon ne coûtant que

$$4{,}22 \, . \, 0{,}005 = 0{,}021 \text{ fr le kg,}$$

soit 21 fr la tonne.

Il y a lieu de faire remarquer que, dans les calculs qui précèdent, le rendement thermique des combustibles dans un four industriel a été indiqué avec une valeur plus élevée que celle que l'on constate dans la pratique; on a supposé aussi que, dans les nouveaux fours électriques, on n'utilisait que 50 0/0 de la chaleur produite et l'on a établi le prix du cheval-heure électrique en comptant seulement 8000 heures par an d'utilisation, alors qu'en réalité on utilise l'installation hydraulico-électrique pendant 8760 heures, c'est-à-dire sans interruption (3).

De plus, il faut tenir compte de ce fait que, dans beaucoup d'opérations métallurgiques, il est indispensable d'employer certains combustibles spéciaux, tels que le coke qui, par suite de sa fabrication, coûte plus cher que la houille naturelle; il ne faut pas perdre de vue également que le prix de la houille tend plutôt à

(1) Communication faite le 1er mai 1906 au VIe Congrès de chimie appliquée, à Rome.

(1) Théoriquement, le pouvoir calorifique des combustibles a une valeur supérieure à 6500 calories, mais si l'on tient compte de l'humidité, toujours assez grande, ainsi que des cendres et autres impuretés, on constate pratiquement que le pouvoir calorifique ne dépasse pas la valeur indiquée.

(2) A Terni, le prix de revient du cheval-an électrique n'est que de 27 francs.

(3) La Commission envoyée en Europe par le gouvernement canadien pour étudier les installations électrométallurgiques, admet dans son rapport une utilisation de 8760 heures par an.

augmenter qu'à diminuer. Dans ces conditions, on se rend compte facilement de l'importance considérable que présente l'emploi des fours

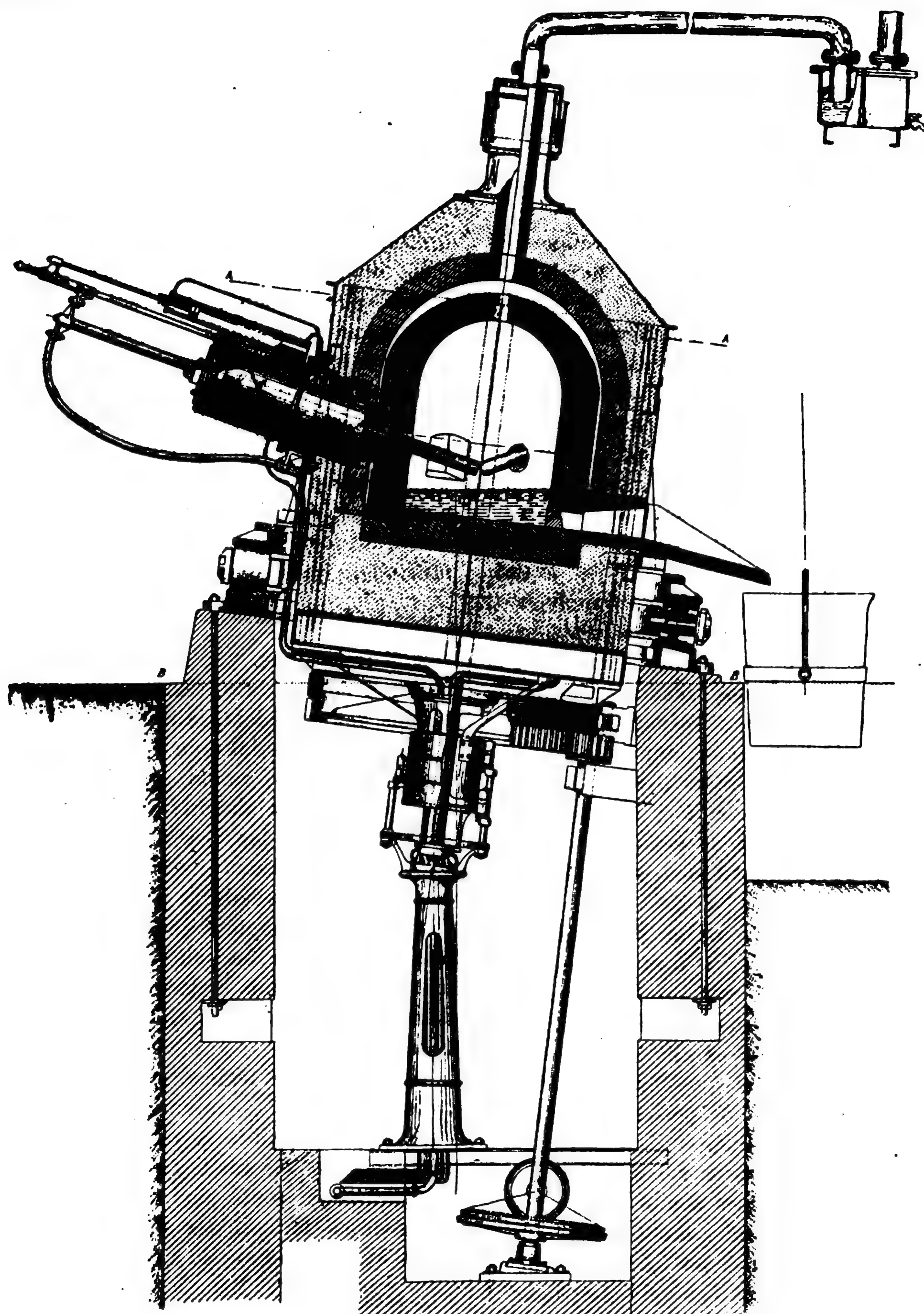


Fig. 1. — Four tournant Stassano (coupe verticale).

électriques qui permettent, là où l'on peut utiliser des forces motrices hydrauliques, d'effectuer les mêmes réactions dans des conditions économiques identiques à celles que permettrait d'obtenir du charbon ne coûtant que 21 fr la tonne.

Les calculs qui précèdent, très approximatifs, ne suffisent pas pour qu'on puisse se rendre exactement compte de l'importance du problème, parce qu'il y a une autre raison, non moins importante, qui, augmentant les dépenses lorsqu'on utilise des combustibles, milite en faveur des procédés électrothermiques.

En métallurgie, dans la majeure partie des cas, le charbon ne sert pas seulement, direc-

tement ou indirectement, d'élément réducteur, mais aussi de source de chaleur. C'est pourquoi, notamment dans la métallurgie du fer, lorsque le minerai se trouve directement en contact avec le combustible pendant la réduction, il n'est pas possible de déterminer exactement la quantité de charbon rigoureusement nécessaire pour effectuer la réduction du minerai et celle qu'il faut pour produire la température voulue. Il s'ensuit que l'on est dans l'obligation d'employer un excès de combustible, excès qui est, en partie, absorbé par le métal au fur et à mesure que le minerai se réduit.

Dans ces conditions, le produit obtenu après la première opération de réduction du minerai est loin de ne contenir que le seul métal que l'on veut extraire ; ce produit est un carbure du métal, plus ou moins riche en carbone, contenant en outre de nombreuses impuretés, autres métaux et métalloïdes provenant de la réduction totale ou partielle des différents composés qui se trouvent dans le minerai employé.

Ce fait, qu'il est impossible d'éviter dans les différents procédés actuels de réduction des minerais par le charbon, entraîne l'obligation de soumettre le produit résultant d'une première opération à plusieurs affinages successifs afin d'obtenir le métal au degré voulu de pureté. De plus, pendant l'opération de réduction, certaines impuretés contenues dans les combustibles industriels et l'air même nécessaire pour entretenir la combustion se mélangent avec le métal, en modifient la composition et donnent lieu à des réactions parasites qui, généralement, sont nuisibles au point de vue de la réussite et de l'économie des opérations suivantes.

*
* *

Le procédé électrothermique constitue une source de chaleur ne nécessitant ni combustible ni comburant et son emploi n'entraîne plus les inconvénients qui viennent d'être signalés.

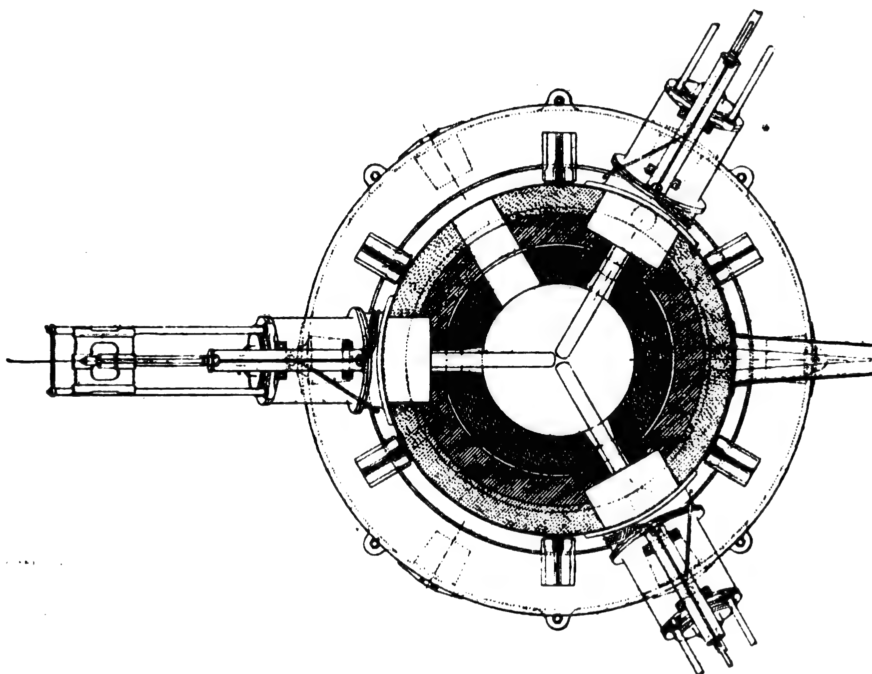


Fig. 2. — Four tournant Stassano (coupe horizontale).

Ce n'est pas tout. On sait que le rendement thermique d'une opération métallurgique déterminée est d'autant plus élevé que plus grande est la différence de température entre la source de chaleur et la matière à chauffer. De même, plus l'atmosphère ambiante est à une température plus élevée, plus actives sont les réactions chimiques qui se produisent dans cette atmosphère.

Enfin, on peut ajouter que l'énergie électrique utilisée pour actionner les fours électriques étant, dans la plupart des cas, produite par des forces motrices hydrauliques, les appareils, pour fonctionner dans les meilleures conditions économiques, doivent être installés pour une marche continue et toujours à pleine charge.

Il est évident qu'en réalisant à peu près complètement ces conditions, les avantages que présentent les méthodes électrothermiques seront considérablement augmentés. Les nouveaux procédés permettront non seulement à la grande industrie métallurgique de s'installer dans des localités dépourvues de combustibles naturels et possédant d'importantes forces motrices hydrauliques, mais encore certaines applications spéciales, là même où le combustible peut être obtenu à bon marché et où il semblerait, à première vue, qu'une application pratique n'est point réalisable.

En résumé, on peut établir que pour utiliser industriellement et dans de bonnes conditions, principalement en métallurgie et surtout en sidérurgie, la chaleur produite par la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique, il suffit que les appareils employés remplissent les conditions principales qui suivent :

1° Que l'enceinte, dans laquelle s'effectue la transformation d'énergie électrique en chaleur et aussi les opérations métallurgiques nécessitant cette chaleur, soit à l'abri de l'action directe de l'air atmosphérique et soit construite en matériaux absolument neutres au point de vue chimique;

2° Que la chaleur développée par la transformation soit produite à la plus haute température possible;

3° Que les matières à traiter ne se trouvent pas en contact direct avec des corps étrangers susceptibles de modifier leur composition d'une manière nuisible;

4° Enfin que les appareils dans lesquels doivent s'effectuer les diverses opérations métallurgiques, sous l'action de la chaleur produite par l'énergie électrique, ainsi que les procédés permettant d'obtenir les produits voulus, soient construits et étudiés de manière à réaliser un fonctionnement continu et à pleine charge.

***

C'est sur ces principes que je me suis appuyé pour étudier et réaliser le problème qui m'avait été soumis.

Dans un mémoire publié dans la *Rivista di Artiglieria e Genio* en 1902, j'ai exposé dans tous leurs détails les recherches et expériences faites pour déterminer le type définitif de four qu'il convenait d'employer.

Renvoyant à ce mémoire ceux qui désireraient avoir de plus amples détails, je me bornerai à donner une courte description des deux types de four qui m'ont permis de résoudre les différents problèmes que présentent l'électrométallurgie en général et, plus particulièrement, la sidérurgie électrothermique.

Comme on le voit sur les figures 1 et 2, le four tournant est constitué par une enveloppe métallique de forme cylindrique, se terminant en tronc de cône à sa partie supérieure; cette enveloppe est garnie intérieurement de matières réfractaires. La chambre de fusion, disposée au centre de cette enveloppe, est de forme cylindrique et est fermée à sa partie supérieure par une calotte sphérique. Des ouvertures de dimensions appropriées ont été pratiquées dans les parois du four pour donner passage aux électrodes qui doivent pénétrer à l'intérieur de la chambre de fusion et dont les extrémités doivent pouvoir entrer en contact les unes avec les autres au centre même de la chambre, afin de permettre au courant de passer d'une électrode à l'autre en produisant un arc voltaïque au dessus et à une distance convenable de la sole du four. En regard de chacune des ouvertures pratiquées dans les parois pour donner passage aux électrodes, se trouve un cylindre métallique à double enveloppe, muni extérieurement de tiges servant à maintenir et à guider l'électrode de charbon. A l'aide d'un manchon approprié, chaque électrode est reliée à une tige métallique qui, par l'intermédiaire d'un câble souple, établit la communication de l'électrode avec la prise de courant disposée à la partie inférieure de l'enveloppe métallique du four.

Dans la double enveloppe du cylindre métallique, servant de porte-électrode, on fait circuler un courant d'eau pour refroidir l'intérieur et maintenir ainsi à une température relativement basse la partie métallique du porte-électrode où se place le charbon, afin d'obtenir un contact électrique aussi bon que possible.

A la partie supérieure des cylindres renfermant les électrodes, se trouve un cylindre hydraulique muni d'un piston, dont la tige est disposée dans un plan passant par l'axe du cylindre et est reliée à la tige du porte-charbon.

On comprend facilement qu'en injectant de l'eau sous pression sur l'une ou l'autre des faces du piston, celui-ci puisse se déplacer à l'intérieur du cylindre et avec lui la tige porte-électrode à laquelle il est relié.

L'ensemble du four qui vient d'être décrit repose, par l'intermédiaire d'une sorte de ceinture solidement fixée à l'enveloppe métallique

extérieure, sur une couronne métallique munie de roues tronconiques qui reposent et peuvent tourner librement sur une pièce circulaire en fonte dont la surface supérieure affecte la forme d'un tronc de cône très évasé. Cette pièce circulaire n'est pas placée horizontalement; elle est fixée sur des piliers en maçonnerie et dans une position inclinée, de telle sorte que l'axe du four se trouve également incliné par rapport à la verticale.

A la partie inférieure de l'enveloppe métallique du four est fixée une solide roue dentée engrenant avec un pignon que porte un arbre, commandé à son tour par un engrenage conique. On peut ainsi imprimer un mouvement de rotation à l'ensemble du four autour de son axe.

Au centre de la roue dentée, placée sur la face inférieure de la carcasse du four, sont fixés des anneaux de cuivre isolés de la masse, auxquels sont reliés, par l'intermédiaire de barres de cuivre, les câbles flexibles allant aux porte-électrodes.

Une série de balais, montés sur un support métallique placé au centre de la cavité ménagée au-dessous du four, appuient sur les anneaux de cuivre et sont reliés aux conducteurs venant de la génératrice. On obtient ainsi une communication permanente entre la génératrice et les électrodes, soit que le four reste immobile, soit qu'il tourne.

A la partie supérieure du support des balais est installée une prise d'eau sous pression qui sert à mettre en fonctionnement les cylindres hydrauliques utilisés pour la commande des électrodes et aussi à alimenter les cylindres réfrigérants. Cette prise d'eau est établie de manière à assurer la circulation aussi bien lorsque le four est en mouvement que lorsqu'il est fixe.

Indépendamment des ouvertures pratiquées dans les parois du four pour donner passage aux électrodes, il en existe une dans le prolongement de la sole pour retirer les produits de l'opération, une dans la paroi cylindrique pour charger le four et, enfin, une à la partie supérieure, au centre de la voûte, pour laisser échapper les produits volatils qui se forment par suite des réactions s'effectuant dans la chambre de fusion.

Cette dernière ouverture se continue par une sorte de tuyau cylindrique, disposé dans la partie supérieure et au centre de l'enveloppe métallique extérieure du four. L'extrémité supérieure de ce tuyau, débouche, par l'intermédiaire d'un épurateur à sable et d'un tube métallique, dans un barillet, d'où les produits volatils, après avoir barbotté dans l'eau, sont renvoyés dans l'atmosphère ou recueillis si, par leur nature, ils sont susceptibles d'être utilisés.

Grâce à ces dispositifs, l'air atmosphérique ne peut pas circuler librement dans la chambre de fusion, puisqu'aussitôt que la porte servant à charger le four se trouve fermée, les gaz sont à une pression supérieure à celle de l'atmosphère et, par conséquent, s'opposent à toute rentrée d'air. D'autre part, lorsqu'on ouvre la porte pour charger le four, il ne peut s'établir de courant d'air puisque l'ouverture supérieure est fermée par l'eau contenue dans le barillet.

Il est évident qu'un four ainsi construit remplit complètement, dans les limites de la pratique, toutes les conditions précédemment indiquées pour obtenir le meilleur fonctionnement en ce qui concerne les opérations métallurgiques, parce que :

1° Dans la chambre de fusion, il y a toujours une atmosphère parfaitement neutre au point de vue chimique;

2° Dans la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique par l'arc électrique, on obtient la plus haute température qu'il soit possible de réaliser pratiquement;

3° Les matières à traiter ne se trouvent pas en contact avec les électrodes et, par conséquent, leur composition ne peut être modifiée par l'absorption de matières étrangères;

4° Enfin, on obtient dans ce four, d'une manière certaine et pratique, par suite du mouvement de rotation qui lui est imprimé, un brassage continu des matières en fusion, ce qui a pour résultat de faciliter considérablement les réactions chimiques qui doivent s'effectuer, réactions qui déjà sont rendues plus actives et plus rapides par la température très élevée qui règne dans la chambre de fusion, ce qui permet de toujours fonctionner à pleine charge et d'obtenir ainsi le rendement maximum.

Il convient d'ajouter que le four électrique, établi dans les conditions spéciales qui viennent d'être décrites, présente l'avantage d'utiliser la haute température qui y règne, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à l'opération de réchauffer les matières à traiter. En réalité, en réduisant ce four à sa forme la plus simple, on voit qu'il est constitué par une enceinte fermée, au centre de laquelle une source de chaleur autre que celle produite par la combustion, produit une température très élevée.

On comprend que, dans ces conditions, la température du four tende à augmenter graduel-

lement et uniformément jusqu'à ce qu'elle atteigne celle de la source de chaleur qui constitue la limite maximum puisque, à cause de la radiation des parois, la température obtenue dans la chambre de fusion est presque voisine du maximum, mais toutefois sans l'égaler.

Par suite, en proportionnant la capacité de la chambre de fusion à la quantité de chaleur que l'on veut y dépenser et en réglant convenablement la charge, de manière à obtenir dans le four la chaleur nécessaire, il est possible de maintenir dans la chambre la température convenable pour une bonne marche, sans qu'il soit nécessaire de réchauffer la masse en fusion.

(*A suivre*).

NOTE SUR LE MICROPHONE

Occupé, depuis un certain temps, de recherches sur le relais téléphonique, j'ai été

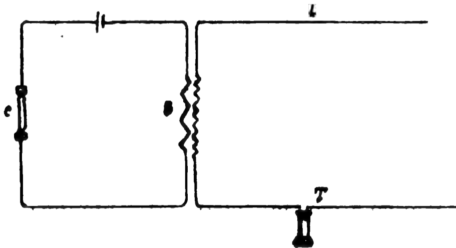


Fig. 1. — Circuit microphonique.

amené à faire l'essai de divers dispositifs microphoniques et à rechercher le moyen de tirer le meilleur parti possible des instruments existant. Les modifications dont j'ai fait l'essai à cette fin portaient tant sur la partie mécanique que sur le fonctionnement électrique; voici, dans ce dernier ordre d'idées, une méthode de montage qui pourrait offrir des avantages; n'en ayant point trouvé la mention dans les divers ouvrages que j'ai consultés, je crois devoir reproduire en détail, sous une forme aussi simple que possible, les considérations qui m'ont conduit à cette disposition.

Soit un circuit microphonique élémentaire comprenant une source d'électricité, le primaire d'une bobine B et un contact microphonique c, monté sur une plaque vibrante; ce circuit local induit, au moyen de la bobine, la ligne téléphonique L T. Toute vibration sonore qui vient à exciter la plaque détermine des variations de la résistance r du microphone. Nous pouvons nous borner à examiner le phénomène pendant la première phase, celle par exemple où la membrane, quittant la position d'équilibre, fléchit vers l'arrière, en déterminant une augmentation de la pression exercée sur les éléments en contact l'un sur l'autre. Nous admettons, d'après la théorie bien connue, que la résistance de l'élément microphonique passe de sa valeur normale r_n à une valeur minimum r_i, qui dépend, naturellement, de l'amplitude du mouvement vibratoire. Lorsque le contact microphonique est bien établi, la variation de la résistance est régulière et peut se représenter par une courbe sinusoïdale, comme l'onde sonore qui la produit. Si n est la fréquence de cette onde, la durée de la phase envisagée est de $\frac{1}{4n}$ seconde; c'est pendant la même période que le courant primaire voit sa valeur normale augmenter et passer de sa valeur d'équilibre I_n à une valeur maximum I_a (loi d'Ohm).

R étant la résistance du circuit primaire, le contact microphonique non compris, et E la force électromotrice de la pile, on a les relations :

$$I_n = \frac{E}{R + r_n}$$

et

$$I_a = \frac{E}{R + r_i}$$

R est, bien entendu, une résistance apparente, différente de la résistance ohmique. Quant à r_n et r_i, ce sont des résistances apparentes également, mais on peut admettre que leur self-induction et leur capacité sont nulles.

Désignons par F_n et F_a les flux produits dans le circuit magnétique de la bobine par les courants I_n et I_a; nous pouvons poser :

$$F_n = \alpha I_n$$

et

$$F_a = \alpha I_a$$

C'est-à-dire que, dans un temps $\frac{1}{4n}$ seconde, le flux embrassé par le secondaire augmente de

$$F_a - F_n = \alpha (I_a - I_n)$$

de telle sorte qu'il se produit dans ce secondaire une force électromotrice

$$V = \beta (I_a - I_n) 4n$$

dont la grandeur dépend uniquement (les facteurs β et n étant invariables pour un son donné), de la différence $I_a - I_n$.

Le but à atteindre pour accentuer les sinuosités de la courbe des courants alternatifs induits est donc de rendre $I_a - I_n$ aussi grand que possible.

Si l'on remarque que, d'après la loi d'Ohm,

$$I_a = \frac{E}{R + r_i}$$

et

$$I_n = \frac{E}{R + r_n}$$

on peut croire, au premier abord, qu'il suffit de s'arranger pour que r_i soit aussi petit que possible comparativement à r_n, c'est-à-dire de chercher à ce qu'un déplacement donné des contacts détermine la plus grande variation de résistance, ce qui implique, finalement, le choix, pour la confection des contacts, d'une matière peu conductrice et, dans le cas d'un corps donné, la réduction des sections. Mais il convient de noter que la force électromotrice induite dépend de l'augmentation absolue du flux inducteur, non de l'augmentation relative. En d'autres termes, il faut veiller à ce que le courant primaire normal ne soit pas réduit, par suite de l'altération apportée au système microphonique, dans le but de rendre plus grande la différence $I_a - I_n$.

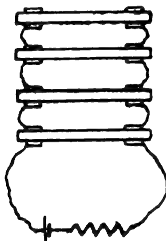


Fig. 2. — Microphone Dejongh.

Ceci dit, prenons l'exemple d'un microphone à crayons, type De Jongh (fig. 2), comportant m crayons, soit $2m$ contacts variables.

Admettons que chaque élément puisse supporter une intensité maximum normale i. La résistance de chacun des groupes étant r, la résistance de l'ensemble est $\frac{r}{m}$ et la force électromotrice nécessaire pour donner, dans le circuit primaire, l'intensité totale mi est

$$mi\left(R + \frac{r}{m}\right) \quad \text{ou} \quad miR + ir$$

R étant la résistance extérieure aux contacts microphoniques.

Une vibration élémentaire atteignant la plaque, on peut supposer que les résistances élémentaires se modifient également et deviennent pr.

La résistance totale est alors $\frac{pr}{m} + R$ et la force électromotrice ci-dessus donne un courant

$$mi\,\frac{mR + r}{pr + mR}.$$

Rendons les groupes de contact indépendants les uns des autres et, au lieu de les laisser réunis en parallèle, relions-les en série (fig. 4) ; il n'y a rien de changé aux résistances élémentaires du chef de cette modification.

L'intensité primaire normale maximum est alors i, que l'on ne peut d'ailleurs obtenir qu'au moyen d'une force électromotrice plus grande que celle utilisée dans le premier cas. La résistance totale est effectivement $mr + R'$; pour plus de simplicité, nous supposerons que R' et R sont égaux ; la tension sera :

$$(mr + R)\,i$$

Si la résistance de chaque élément devient pr, la résistance du système microphonique sera mpr, la résistance totale $mpr + R$ et l'intensité :

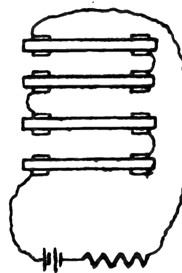


Fig. 3. — Microphone Dejongh modifié.

$$\frac{i\,(mr + R)}{mpr + R}$$

Il est évident que l'accroissement *relatif* est beaucoup plus grand, par rapport à l'intensité normale, que dans le premier mode de montage. Mais l'augmentation *absolue* est-elle aussi plus grande? En d'autres termes, la différence

$$im\,\frac{mR + r}{pr + mR} - im \qquad (1)$$

est-elle plus petite que

$$i\,\frac{mr + R}{mpr + R} - i \qquad (2)$$

Quelle est la condition nécessaire pour qu'il en soit ainsi?

(1) s'écrit :

$$im\,\frac{r\,(1 - p)}{pr + mR} \qquad (3)$$

et (2) :

$$im\,\frac{r\,(1 - p)}{mpr + R} \qquad (4)$$

ce qui indique que 1 sera plus petit que (2) si $pr + m\text{R}$ est plus grand que $mpr + \text{R}$.

On a, en effet :

$$\frac{(3)}{(4)} = \frac{mpr + \text{R}}{pr + m\text{R}}$$

Le montage en série sera donc avantageux chaque fois que l'on aura :

$$mpr + \text{R} < pr + m\text{R}$$

ou

$$pr\,(m - 1) < \text{R}\,(m - 1)$$

ou, puisque m est plus grand que l'unité,

$$pr < \text{R}$$

Remarquons que p oscille entre des valeurs extrêmes qui ne seront jamais inférieures à 0 ou supérieures à 2.

La condition ci-dessus sera donc satisfaite si

$$2r < \text{R}$$

En règle générale, il en sera ainsi dans le cas où le microphone fonctionne dans un réseau à batterie centrale.

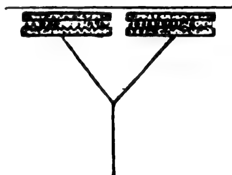


Fig. 4. — Microphone Angelini.

On peut donc dire que le second mode de montage (contacts en série) est préférable à la disposition courante (à la condition, bien entendu, je le répète, que l'on emploie une force électromotrice suffisante pour avoir la même intensité maximum normale, i, par contact) dans les installations à batterie centrale.

La nécessité d'augmenter la pile ne constitue plus alors un inconvénient et, au contraire, on arrive à obtenir des courants ondulatoires à sinuosités mieux caractérisées.

Il est étonnant que, dans le microphone qu'il a construit (fig. 4), M. Angelini s'en soit tenu au montage en parallèle des deux éléments de son appareil; car, dans ces conditions, le dédoublement de la boîte à grenaille ne semble plus avoir aucune utilité.

Que les deux compartiments soient reliés extérieurement en parallèle, ou que la boîte à granules n'ait pas de cloison séparatrice, le résultat est le même; la densité du courant étant limitée, l'intensité totale ne change pas.

Il en est, évidemment, de même lorsque chaque élément a sa pile particulière ou quand les deux parties sont alimentées par une même batterie.

Sous ce rapport, le microphone des constructeurs américains, MM. Stromberg-Carlson et Cᵉ, de Rochester (fig. 5), semble plus intéressant.

Dans ce transmetteur, le partage, en deux sections, de la boîte à grenaille se justifie; s'il n'est pas toujours profitable, il a au moins sa raison d'être.

Voici au surplus la description de l'instrument, qui, je crois, n'est mis en vente que depuis assez peu de temps :

« Cet appareil est conçu, suivant les termes de l'inventeur, de manière à pouvoir servir avec la même efficacité pour de grandes et de petites distances.

« Tandis que, dans les transmetteurs ordinaires à grenaille, une seule des électrodes vibre avec le diaphragme, dans le dispositif Stromberg, les deux électrodes sont rendues solidaires du centre de la membrane et le mouvement des électrodes l'une par rapport à l'autre



Fig. 5. — Microphone Stromberg Carlson.

a une amplitude double de celui qu'effectue la partie centrale de la plaque. »

En fait, la disposition est la même que dans le microphone Angelini, mais les deux éléments sont reliés en série au lieu de l'être en parallèle, la connexion intermédiaire étant faite par une électrode neutre, indépendante.

Les deux électrodes mobiles sont constituées chacune par un demi-disque de charbon dur et soigneusement poli (pour éviter autant que possible les étincelles et l'échauffement par effet Joule qui donnent lieu, comme on sait, à un crépitement désagréable).

Ces demi-disques, isolés électriquement l'un de l'autre, sont fixés sur une membrane auxiliaire en mica, fermant la boîte à grenaille; ces grenailles sont en un charbon très dense (de haute conductivité) et bien poli; le fond de la boîte est un disque de charbon soigneusement poli, qui n'a plus ici d'autre rôle que d'établir entre les deux moitiés du microphone une liaison électrique se complétant par la grenaille.

Pour le reste, sous le rapport de la construction, les dispositions sont celles que l'on retrouve dans la plupart des microphones à grenaille; une bande de caoutchouc entourant

la plaque en amortit les vibrations; le massif est en laiton, avec bornes isolées au mica; en laiton sont, également, la boîte et toutes les parties de métal (à l'exception de la membrane qui est en aluminium), de telle sorte que le réglage et l'ajustage sont peu sujets à se ressentir des dilatations dues aux variations de la température.

En résumé, la caractéristique essentielle est la disposition donnée aux liaisons intérieures; à ce point de vue, l'instrument est original.

Il est possible que l'on en vienne, *dans les réseaux à batterie centrale*, où la question de la pile est secondaire, à sectionner davantage l'électrode mobile, en quatre, six, huit segments, la partie fixe étant segmentée de même; la boîte à grenaille sera alors divisée en compartiments, les segments fixes du fond alternant avec les mobiles.

HENRY.

LES STATIONS MUNICIPALES D'ÉLECTRICITÉ EN ANGLETERRE

On s'intéresse extrêmement aujourd'hui dans les différentes parties du monde aux entreprises d'électricité réalisées par les municipalités en Angleterre. Des délégués de plusieurs nations européennes, et particulièrement un comité important venant des Etats-Unis d'Amérique, ont fait à diverses reprises des voyages pour étudier cette question des entreprises municipales et les stations d'électricité, spécialement, ont été le point le plus important de leur programme.

Nous ne pouvons nous attarder à détailler les considérations et les arguments qui ont été mis en avant pour ou contre les entreprises municipales et les entreprises privées; il y aurait beaucoup de bien et beaucoup de mal à dire au sujet de ces deux principes. Disons simplement qu'il existe maintenant de nombreuses entreprises d'éclairage et de traction électriques gérées par des municipalités qui se développent toujours, sont bien administrées et constituent des affaires profitables pour les actionnaires. La principale objection qui présente quelque poids contre la municipalisation est que, dans la plupart des cas, le fonds de réserve ne suffit pas au renouvellement du matériel lorsqu'il devient trop ancien ou démodé. Dans certaines villes, il n'est pas possible, même en renouvelant le matériel, d'arriver à obtenir des bénéfices. Mais cependant, bien que le public soit astreint à payer un tarif un peu plus élevé, cela lui est encore souvent plus avantageux que d'enrichir des compagnies privées qui forcément recueillent des bénéfices à son détriment. D'ailleurs il n'est pas possible de définir exactement les limites avantageuses ou désavantageuses réservées au public des abonnés dans les deux cas. L'exploitation financière défectueuse sera avant peu modifiée, car on vient de nommer une commission officielle spéciale destinée à en rechercher les causes. Mais, ainsi que nous l'avons dit, nous n'entamerons pas le côté financier de la question; mais il sera intéressant de citer brièvement les quelques progrès récemment réalisés dans les entreprises municipales et mentionnés dans le congrès de quatre jours que vient de tenir à Londres l'association municipale électrique. Selon les déclarations du président de cette association, M. J. Edgcombe, il existe actuellement 258 entreprises d'électricité possédées par les autorités municipales anglaises; 167 ingénieurs appartenant à ces entreprises font partie de l'association et les 394 autres membres dépendent également de ces entreprises à titre d'ingénieurs-adjoints ou d'ingénieurs-conseils. Il serait à désirer qu'ils soient plus nombreux et, comme tous les efforts ordinairement employés ne suffiraient pas à les attirer, on a créé des bourses de voyage de 250 francs permettant au titulaire de visiter, dans différents endroits de l'Angleterre, des stations d'électricité intéressantes. Cette idée sert également à encourager les ingénieurs-adjoints à présenter des rapports à l'association. La situation d'ingénieur-adjoint municipal n'est pas très brillante; s'il reste en qualité d'adjoint, il ne peut guère appliquer ses connaissances techniques. Aussi y en a-t-il beaucoup qui abandonnent leur position pour entrer dans l'industrie privée après quelques années passées au service des municipalités. Quant au petit nombre de ceux qui restent, ils végètent pendant très longtemps avant d'avoir l'espérance de devenir un jour, très tard, ingénieur en chef. Parmi ces ingénieurs en chef, bien qu'ils aient enfin, après de longues années d'attente, une position assez brillante, quelques-uns quittent le service des municipalités pour des situations privées plus attrayantes et plus rémunératrices, où ils sont libres de toute entrave officielle dans leur administration technique; mais malheureusement ils n'ont plus assez d'initiative personnelle et de connaissances spéciales pour acquérir sinon la célébrité, du moins même le succès.

Le premier travail qui est ensuite examiné après le discours présidentiel de M. Edgcombe à été présenté par M. Sidney W. Baynes sur les turbines à vapeur. L'auteur décrit tous les perfectionnements réalisés à ce sujet depuis la première invention et fait ressortir les caractères distinctifs des machines Parsons, Brush-Parsons, Willans-Parsons, Westinghouse, Curtis, Rateau-Zoelly et De Laval. Puis il examine diverses questions se rapportant au démarrage des turbines du type Parsons et à l'échauffement uniforme du rotor et

de l'enveloppe. Comme il semble jusqu'ici que la puissance des dynamos à courant continu et à grande vitesse avec turbines est limitée à 1000 kilowatts, M. Baynes demande quel pourrait être le maximum atteint au-delà de cette limite.

Le développement commercial des entreprises d'électricité est une question qui devient de plus en plus pressante. On l'étudie toujours et elle semble intéresser davantage les conseillers municipaux que le fonctionnement des turbines à vapeur, dont ils ne se rendent compte qu'approximativement.

On s'aperçoit plus nettement de jour en jour que le futur succès des réseaux d'éclairage et de force motrice dépend davantage de l'administration et des services commerciaux que des services techniques et des ingénieurs. Cette opinion est actuellement celle de beaucoup de corporations de province qui ont nommé à cet effet des employés spéciaux compétents pour envisager uniquement le développement commercial de l'entreprise. Pendant trop longtemps les directeurs ont été responsables à la fois du service commercial et du service technique. Les ingénieurs qui peuvent assumer une tâche semblable et posséder à fond les qualités nécessaires ne sont pas nombreux. A l'avenir, la manière la plus efficace d'exploiter un réseau public d'éclairage sera d'avoir un organisateur capable de guider des ingénieurs et ensuite un spécialiste chargé de la partie commerciale et qui saura comment attirer le public en qualité d'abonné et comment le conserver. M. S. Fedden, dans son rapport, parle de ce qu'il appelle les « méthodes artificielles pour stimuler les demandes », puis de l'organisation la meilleure à adopter pour faire face aux demandes qui se produisent et enfin d'avoir les meilleurs machines et appareils et le meilleur fonctionnement pour un minimum de dépenses.

Ce spécialiste commercial doit être considéré comme un tampon interposé entre le public et l'administration; il agira par annonces imprimées, par expositions locales, par annonces publiques, par démonstrations et expériences relatives à l'éclairage public ou privé, au renouvellement des lampes; toutes ces questions sont discutées dans le travail de M. Fedden et il les considère comme le véritable progrès à réaliser dans une entreprise. Un second travail sur le même sujet est présenté par M. Collings Bishop dans lequel il mentionne les avantages de l'organisation d'un service spécial pour les moteurs, ainsi que les méthodes qui doivent être adoptées pour la tarification et la vérification des installations d'abonnés.

Deux études viennent ensuite et traitent des différents problèmes relatifs aux distributions de vapeur dans les stations centrales.

M. J. Snell, dans son travail, parle des économies relatives de distribution d'énergie obtenues avec de petites stations locales ou avec les grandes compagnies: les municipalités n'ignorent pas, d'ailleurs, les avantages obtenus à l'aide d'un distribution économique par les grandes stations d'énergie. Les arguments développés peuvent se résumer comme il suit : 1° les petits districts peuvent emprunter l'énergie à une source extérieure, quand elle est disponible, à des prix raisonnables, plutôt que d'installer des stations locales génératrices; 2° la distribution locale aérienne est le seul moyen d'obtenir une distribution économique car, si elle est souterraine, elle provoque invariablement une concurrence de la Compagnie locale du gaz; 3° en outre, la transmission à partir de la station d'énergie doit être également, si possible, aérienne; 4° les Compagnies d'assurances contre l'incendie doivent encourager les propriétaires d'immeubles à adopter les canalisations intérieures à basse tension. M. Snell préconise l'adoption des transmissions par courants triphasés avec une batterie d'accumulateurs pour égaliser le facteur de charge et une distribution locale à basse tension à deux fils.

Le travail suivant a été présenté par M. Watson sur la distribution de l'énergie aux lignes de tramways; il préconise l'emploi d'une seule station pour la traction et l'éclairage. Les détails contenus dans ce travail sont consacrés à l'alimentation des petits districts de moyenne étendue à desservir par des lignes comportant de 6 à 30 voitures.

Le congrès de cette année a été suivi de visites faites aux plus importantes stations génératrices du district de Londres. Celui de l'année prochaine sera présidé par M. S. Fedden, l'ingénieur en chef de Sheffield, et se tiendra dans cette ville.

L'une des premières installations municipales d'électricité fut celle de Brighton, qui a été inaugurée en 1891. A la fin de la première année de fonctionnement, elle comptait 213 abonnés et ne desservait que l'éclairage. Aujourd'hui, elle a 4387 abonnés consommant annuellement 8 millions d'unités sans compter que ses stations alimentent un réseau de tramways et distribuent la force motrice à des particuliers. Nous mentionnons cette entreprise parce qu'elle vient justement d'ouvrir une nouvelle station d'énergie à Southwick. La première, qui est à North Road, comporte six chaudières Lancashire et 10 Babcok et Wilcox avec 15 moteurs à vapeur Willans d'une puissance variant entre 80 et 825 ch, directement accouplés à différents types de dynamos produisant du courant continu sous 215, 230, 460 et 550 volts. Cette station contient également une batterie Tudor de 400 ampères-heure pour l'éclairage et une autre de 1200 ampères-heure pour la traction; mais déjà, depuis plusieurs années, elle était insuffisante et la nouvelle station qui vient d'être édifiée en dehors de la ville peut maintenant satisfaire à toutes les demandes et à tous les besoins. Elle pourra contenir un matériel généra-

teur de 16 200 kw et un tiers est déjà en service. On compte trois groupes triphasés avec turbines de 1800 kw; ces turbines, construites par la Compagnie anglaise Westinghouse, sont du type à multiple expansion et leur vitesse angulaire est de 1500 tours par minute; elles sont accouplées directement à des alternateurs triphasés à inducteur tournant à 4 pôles avec induit fixe. Ces alternateurs produisent 130 ampères par phase sous 8000 volts à la fréquence 50. Les chaudières sont au nombre de 6, du type Babcok et Wilcox avec brûleurs mécaniques et économiseurs Green. Les groupes auxiliaires se composent de moteurs à vapeur Willans-Siemens, de 75 et de 220 kw. Le groupe de 75 kw sert à l'excitation; le second groupe a été apporté de l'ancienne station ainsi qu'une batterie Chloride de 1000 ampères-heure.

De cette station, le courant à haute tension est transmis par cinq canalisations à l'ancienne, c'est-à-dire à 4,8 milles de là, où une grande sous-station a été édifiée; là, ce courant est transformé en courant continu à basse tension et distribué pour l'éclairage, la force motrice et la traction au moyen des anciens câbles déjà existants.

Dans cette sous-station, on trouve deux convertisseurs rotatifs de 1500 kw, et quatre moteurs générateurs de 500 kw pour la distribution à 230, 460 et 560 volts. Le tableau de distribution à basse tension dessert en même temps les machines de l'ancienne station.

L'entreprise d'électricité de Manchester peut se dire la plus puissante de toutes les stations génératrices exploitées par une municipalité. L'année dernière sa production a atteint 55 millions d'unités au lieu de 44 millions produits en 1904. En plus de ce total, il faut compter près de 11 millions d'unités employées dans la distribution et qui n'entrent pas en ligne de compte. Les pertes par distribution sont nécessairement élevées à cause du nombre des sous-stations, mais elles ont été très réduites par suite de l'emploi de machines à rendement plus élevé et par un facteur de charge mieux approprié. Le réseau de Manchester a réalisé dernièrement des progrès très remarquables dans son service d'alimentation en force motrice et des contrats, tout récents, ont été passés avec de grandes usines qui consomment au total plus d'un million d'unités par an.

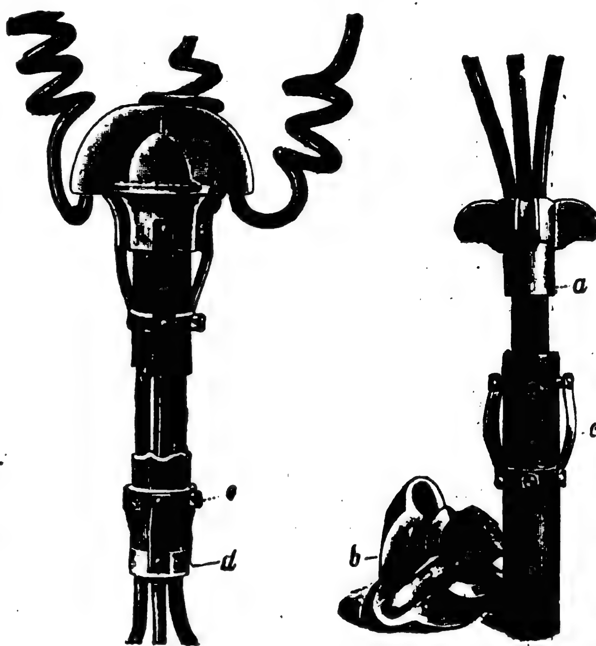
Quant au projet de distribution à Londres par le Conseil de Comté, il a été rejeté par la commission parlementaire, de telle sorte qu'actuellement il n'y a aucun changement à signaler dans la situation. La commission, cependant, a préparé un rapport contenant d'importantes recommandations relatives à la distribution d'énergie dans les districts de Londres. Mais ce rapport n'est pas encore rendu public.

A. H. B.

DISPOSITIF EN PORCELAINE

POUR ENTRÉE DE POSTE

L'*Elektrotechnische Anzeiger* signale un dispositif en porcelaine, pour entrée de poste, que construit la maison Paul Melzer de Dresde et qui semble réunir les conditions voulues pour faire pénétrer sans danger, dans les immeubles d'habitation et autres, les conducteurs de courants industriels. La tête du dispositif (voir la figure ci-dessous) se compose de trois organes : une pièce d'insertion *a*, une



calotte *b* et une griffe formant ressort *c*. La pièce *a* et la calotte *b* sont en porcelaine massive et parfaitement vernissée; elles ne présentent aucune arête. La partie inférieure du dispositif est formée d'une pièce de porcelaine *d* et de la griffe formant ressort *e*. La longueur du tube nécessaire entre la tête et la partie inférieure du dispositif se fixe suivant les besoins. Le montage, qui est des plus simples, ne nécessite aucune habileté spéciale; grâce à la disposition adoptée, les conducteurs introduits dans la tête tubulaire y prennent une position fixe et sont parfaitement isolés; sans compter que l'enveloppe isolante, déjà appliquée sur le fil lui-même, ne se trouve ni brisée ni déchirée. Ce dispositif peut s'employer pour faire pénétrer des fils à haute et à basse tension dans des conduites tubulaires; il peut en outre servir comme manchon terminal pour les câbles armés en fer.

G.

SUR LA RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE

DES FONTES ET DES ACIERS

A HAUTE TEMPÉRATURE (1)

Par Gin.

La résistivité des métaux dérivés du fer n'a été déterminée que pour l'état solide.

La connaissance de la résistance électrique de ces métaux fondus ayant une grande importance pour l'étude des fours électriques à acier, dans lesquels l'effet Joule se produit au sein du métal fondu, j'ai entrepris de mesurer la résistivité des fontes et des aciers, entre leur point de fusion et la température de 1800°.

Les expériences étaient effectuées dans un four comportant un canal de grande longueur et de faible section, replié en M et dont les extrémités aboutissaient à deux prises de courant maintenues solides par réfrigération.

On versait dans le canal un volume V de fonte, jaugé et pesé dans une poche de coulée et l'on faisait passer le courant.

Deux alternateurs couplés en parallèle fournissaient à 540 volts environ un courant primaire dont un transformateur spécial abaissait la tension dans l'une des proportions suivantes :

$$\frac{E^2}{E^1} = \begin{matrix} a & b & c & d & e & f \\ \frac{1}{45} & \frac{1}{36} & \frac{1}{30} & \frac{1}{22} & \frac{1}{18} & \frac{1}{15} \end{matrix}$$

de telle façon que, par variation simultané du coefficient de transformation et de la tension primaire, on pouvait réaliser toutes les tensions comprises entre 12 et 36 volts.

L'intensité du courant secondaire pouvait prendre toutes les valeurs entre 6000 et 20 000 ampères.

La section du métal était, au moment de l'introduction de la fonte :

$$S = \frac{V}{l}$$

V étant le volume de fonte jaugé dans la poche de coulée et l la longueur du canal creusé dans du chromite de fer aggloméré, dont le coefficient de dilatation est assez faible pour que l'on pût considérer sa longueur et sa largeur comme constantes dans la limite des températures observées. L'effet de la dilatation du métal se traduisait alors par une augmentation de l'épaisseur du bain qui devenait :

$$h_1 = h_0 [1 + \alpha (t_1 - t_0)]$$

α étant le coefficient moyen de dilatation cubique entre t_0 et t_1. Ce coefficient, encore indéterminé, fut trouvé voisin de 13×10^{-5}, par jaugeage direct d'un poids donné de métal dans la poche de coulée. Ce mode de détermination comporte une incertitude qui n'a pu être appréciée, mais qui ne peut probablement entraîner une erreur absolue de plus de 1/100 sur les valeurs trouvées pour la résistivité.

Les températures étaient appréciées à l'aide d'un pyromètre optique de Fery. La puissance, l'intensité et la tension aux bornes du four étaient mesurées au moyen d'un wattmètre de précision, d'un ampèremètre et d'un voltmètre thermiques étalonnés avec soin.

A une température quelconque, on avait :

$$(1) \qquad W = EI \cos\varphi$$

$$(2) \qquad \frac{E}{I} = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$(3) \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega L}{R}$$

R comprenant la résistance au contact des prises de courant et la résistance ohmique du bain.

On admettait que la résistance (kI) au contact était indépendante de la température et proportionnelle à I, ce qui permet d'écrire :

$$(4) \qquad R_1 = kI + \rho_t \frac{l}{S[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}$$

On opérait d'abord sur un volume V de fonte liquide à une température voisine de 1280° et on déterminait W, E, I. On laissait écouler un volume v de fonte et on faisait varier les constantes du courant de manière à ramener I à sa valeur initiale.

On déduisait k et ρ_{1280} des deux équations :

$$(5) \qquad \frac{E_1}{I} \cos\varphi_1 = kI + \rho_{1280} \frac{l}{S}$$

$$(6) \qquad \frac{E_2}{I} \cos\varphi_2 = kI + \rho_{1280} \frac{l}{S \frac{V - v}{V}}$$

Par les lectures simultanées de E_1, I, W_1 et de E_2, I, W_2, on obtenait cos φ_1 et cos φ_2.

Les premières expériences ont été faites sur de la fonte fournie par les établissements Krupp et dont la composition était la suivante :

Fe	93,032
Mn	2,752
C.	3,337
Si.	0,783
P.	0,061
S.	0,035

(1) Communication faite au VI° Congrès international de chimie appliquée à Rome.

La résistivité de cette fonte a été trouvée voisine de 160 microhms-centimètres pour une température comprise entre 1280° et 1340° C.

Mon ingénieur, M. Petitalot, qui m'a aidé dans mes recherches, se propose de les reprendre sous ma direction, en utilisant un four à induction, qui permettra des mesures continues.

Il étudiera de cette façon les résistivités des aciers au carbone et des aciers à constituants spéciaux.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

(Suite) (1)

§ 5. CONCLUSION.

Nous pouvons conclure des expériences faites jusqu'ici que les appareils simples que l'on trouve dans le commerce, tels que boîtes de résistance, condensateurs, bobines de self-induction possèdent bien les propriétés physiques qu'on a cherché à réaliser, et représentent d'une façon suffisamment exacte pour la pratique, la réalisation des notions de résistance, de capacité et de self, telles qu'elles résultent des hypothèses fondamentales de la physique et qui sont la base de nos connaissances en électricité. Comme conséquence immédiate, les formules mathématiques, déduites des hypothèses physiques que nous avons rappelées, sont en parfait accord avec l'expérience pour déterminer les valeurs que prend le courant lorsqu'il passe à travers des appareils simples ou des combinaisons de ces appareils.

En ce qui concerne les appareils télégraphiques, la question est plus compliquée. Mais l'expérience nous a démontré qu'au point de vue pratique, deux quantités fondamentales intervenaient seules dans leur fonctionnement, la résistance et la self-induction. Nous pouvons donc négliger la capacité qui ne s'est manifestée à nous par aucun phénomène spécial. Nous avons constaté de plus que la self-induction est une quantité assez mal définie pour deux raisons principales : à cause tout d'abord des masses de fer qui sont en jeu, ce qui fait que parmi les appareils du même type, chacun présente des propriétés particulières, puis ensuite à cause du mouvement de l'armature qui, dans le cas où ce mouvement a une amplitude appréciable, fait varier le champ magnétique développé par le courant.

Mais la considération de la sensibilité est venue simplifier beaucoup notre étude, car elle nous a permis, même avec un récepteur très compliqué comme le Morse, d'admettre pour la self-induction une valeur constante et bien déterminée, quand il s'agit de calculer le temps de fonctionnement, ce qui est l'essentiel dans les recherches que nous poursuivons et, en résumé, nous pourrons dire qu'au point de vue pratique les appareils télégraphiques se comportent comme de simples bobines de self, possédant à la fois résistance et self-induction, mais ayant une capacité si faible qu'elle semble négligeable.

Vitesse de fonctionnement en local. — Nous pouvons nous faire une idée de la valeur respective de divers appareils en déterminant leur vitesse de fonctionnement en local.

Comparons, par exemple, un Morse et un Baudot. Leurs propriétés seront résumées par le tableau suivant, où T représente le temps de fonctionnement pour un courant de régime de 45 milliampères.

	R	L	$\frac{L}{R}$	Sensibilité	T
Morse . . .	500	25	0,05	15	$0^s,02$
Baudot. . .	200	1,6	0,008	3	$0^s,0006$

On voit immédiatement combien le Baudot est plus avantageux. Il fonctionne presque instantanément, alors que le Morse exige un temps égal à deux centièmes de seconde et cela, parce que le premier possède une self-induction beaucoup plus faible et une sensibilité beaucoup plus grande.

Vitesse de transmission en local. — Dans le but de comparer encore mieux les deux appareils, essayons, d'après ce que nous avons vu jusqu'ici, de déterminer quelle peut être la vitesse maximum de transmission atteinte en local par chacun d'eux.

Pour le Baudot, après avoir fermé le circuit, il faudra que l'armature fonctionne, c'est-à-dire qu'elle atteigne le butoir de travail. Le temps nécessaire pour le décollage sera de 0,0006 seconde, et celui pour passer sur le butoir de travail de 0,001, soit au total 0,0016 seconde. Si, à ce moment, on supprime le courant, en coupant le circuit, l'appareil est prêt à fonctionner immédiatement pour un nouveau courant. On pourrait donc transmettre environ 600 signaux par seconde.

Mais il n'en sera pas ainsi si le circuit n'est pas brusquement coupé; c'est le cas d'une transmission non absolument en local, mais sur une ligne courte. Au moment où l'on supprime la pile, la force é. m. appliquée au départ devient nulle, il se produit à l'arrivée les mêmes phénomènes que si on superposait au départ à la pile existante une pile égale et de signe contraire. L'envoi d'un courant de sens contraire correspondra à l'application d'une pile de force é. m. double.

Si les courants émis successivement sont de même signe, l'armature du relais devant rester toujours appliquée sur le même butoir, il n'y aura

(1) Voir l'*Electricien*, n° 813, 28 juillet 1906, page 54.

pas de limite imposée à la vitesse de transmission; si un courant de sens contraire succède à un courant de sens déterminé, il lui faudra d'autant plus de temps pour ramener l'armature en arrière que le courant précédent aura été plus près de sa valeur de régime. Finalement, le cas le plus défavorable se présentera quand, plusieurs courants de même sens ayant été reçus, le courant aura atteint son régime permanent et que l'envoi d'un courant de sens contraire devra faire fonctionner l'armature. Il faudra alors que le courant arrivant qui sera, comme nous l'avons expliqué, virtuellement produit par une force é. m. de valeur double, atteigne tout d'abord la moitié de sa valeur de régime (ligne neutre), puis la dépasse pour donner aux noyaux une polarité différente; enfin prenne une intensité suffisante pour faire fonctionner l'armature.

Reprenons les mêmes données que précédemment. Le courant de régime était, par exemple, négatif et de 45 milliampères (fig. 11). Au point A, le courant change de sens et va décrire

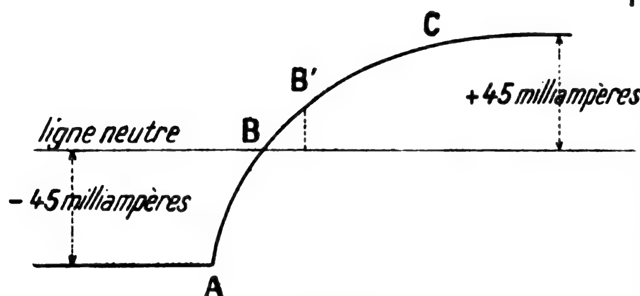


Fig. 11.

la courbe A B B' C pour arriver en C à la valeur positive de 45 milliampères.

Il faut 3 milliampères pour que le relais fonctionne en positif, c'est donc une valeur de 48 milliampères que le courant doit atteindre pour une variation totale de 90 milliampères.

Cette condition donne pour T la valeur 0,006 seconde. Il faut ajouter 0,001 pour que l'armature atteigne le butoir de travail, soit au total 0,007 seconde et, par conséquent, on pourra envoyer 140 signaux par seconde.

Nous verrons plus tard, qu'en pratique, on règle la vitesse de transmission de telle façon que le régime permanent soit presque atteint quand un nouveau signal arrive. Si l'on veut procéder ainsi, il faudra que T soit au moins égal à $\frac{2L}{R}$, car, dans ce cas, le régime permanent n'est encore atteint qu'à un dixième près. Alors T vaut 0,016 seconde et on ne peut envoyer plus de 60 signaux à la seconde.

Considérons maintenant l'appareil Morse. Les courants sont tous du même sens et on peut admettre que, pour la transmission d'un point, la ligne est, par le jeu du manipulateur, isolée au départ pendant un temps égal à celui pendant lequel elle est mise en relation avec la pile. Il faut, pour une manipulation correcte, que la ligne revienne à peu près à l'état neutre, pendant le premier temps. Ce dernier devra donc être égal à $\frac{2L}{R}$ et la durée d'un point sera double, soit $\frac{4L}{R}$, ou, dans le cas présent, 0,2 seconde. On ne pourra donc transmettre plus de 5 points à la seconde, soit 300 par minute.

On voit donc que le Morse sera environ 12 fois moins rapide que le Baudot.

Influence de la quantité $\frac{L}{R}$. — Nous montrerons plus tard que la vitesse de fonctionnement des appareils est beaucoup plus grande quand ils sont placés à l'extrémité de lignes de moyenne longueur. Les calculs que nous venons de faire n'ont donc pas un grand intérêt pratique. Cependant leurs résultats s'appliquent assez bien au cas où les lignes sont très courtes, comme il arrive, par exemple, entre les bureaux d'une grande ville.

Nous devons faire remarquer, de plus, le rôle essentiel joué par la quantité $\frac{L}{R}$ qui est une caractéristique de chaque appareil et qui peut être appelée sa *constante de temps*. Toutes choses égales d'ailleurs, l'appareil fonctionnera d'autant plus vite que cette constante sera plus petite. Nous reviendrons plus tard sur cette question. Mais nous pouvons dès maintenant faire remarquer qu'il est très facile d'améliorer le rendement. Il suffira d'ajouter une résistance ohmique en série avec un récepteur, car cette opération diminuera sa constante de temps.

DEVAUX-CHARBONNEL.

(*A suivre.*)

ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS

SÉANCE DU 26 JUIN 1906.

La séance est ouverte à 1 heure, sous la présidence de M. Cance.

Sont présents : MM Aubry, Belliol, Blondin, Bourguignon, Brocq, Cance, Cance fils, A. Chartier, Delafon, Eschwège, Faget, Gobert, Grille, Richard Heller, Hérard, Isbert, Laffargue, Laurain, Parvillée (Louis), Reise, J. Richard, Robert, E. Sartiaux, Jean de Traz, Verny, Schwarberg.

Sont excusés : MM. Bardon, Courtois, de la Valette, Maurice Leblanc.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté sans observation.

Sont admis comme membres titulaires : MM. Bainville (Emile), ingénieur-conseil, 6, avenue Rochegude, à Nanterre;

Duval, ingénieur de la maison Giros et Loucheur, 9, rue Bonaparte, à Paris;

Sausse (Henry), ingénieur-directeur de la maison Sausse et C[ie], 9, avenue Niel, à Paris;

Nouvel (Pierre), ingénieur de la maison Sausse et C[ie], 3, rue Labie, à Paris.

Est présenté comme membre titulaire : M. Aimé Crozé, secrétaire général de la C[ie] des Compteurs, rue Pétrelle, 9, à Paris.

M. le Président annonce que la loi sur les distributions d'énergie vient d'être promulguée.

M. E. Sartiaux rappelle que cette loi, en préparation depuis neuf ans, a eu successivement trois rapporteurs : MM. Guillain, Berthelot et Janet. Les représentants des industries électriques ont été appelés à donner leur avis sur le texte définitif de la loi avant le dépôt au Parlement.

Il ajoute que, pour sa part, il est heureux d'avoir contribué à donner à la loi un caractère libéral, et il ne saurait trop rendre hommage à la bienveillance des membres des commissions des deux Chambres qui ont largement tenu compte des desiderata de l'industrie. Enfin, la nouvelle loi annule celle de 1895, et prévoit la création d'un Comité d'électricité qui aura à donner son avis sur les règlements d'Administration publique, et à solutionner les questions d'ordre technique, soulevées par l'application même de la loi.

M. le Président fait connaître qu'un anonyme fait don à la caisse de l'Association d'une somme de 50 francs; il la remet au Trésorier.

M. E. Sartiaux donne quelques renseignements sur l'Exposition de Milan; tous les groupes ont terminé leurs installations et il confirme le succès obtenu par cette Exposition, dans laquelle la France joue un rôle important. Les opérations du Jury auront lieu dans les premiers jours du mois de septembre.

M. Blondin fait connaître que le Comité de l'Union des tramways doit se réunir le 16 septembre, à Paris; d'autre part, un même Comité se réunira également à Milan, le 10 septembre; il demande s'il ne serait pas possible de combiner une entente en vue de faciliter une rencontre. M. le Président pense que l'Association peut difficilement prendre une mesure de ce genre.

M. E. Sartiaux donne le nom de deux personnes recherchant des emplois; il les recommande spécialement à ses collègues.

M. Robert émet le vœu que, pour le mois prochain, le déjeuner et la réunion aient lieu en dehors de Paris, dans un milieu plus champêtre. M. le Président fait remarquer que les occupations des membres de l'Association rendent très difficile la réalisation de de cette proposition.

La séance est levée à 2 heures.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Appareillage.

365 201. — Laille. — Interrupteur (13 avril 1906).

365 209. — Besser et Cobe. — Interrupteur (13 avril 1906).

365 492. — Viault. — Interrupteurs (23 avril 1906).

365 559. — Bujon. — Relais électrique (24 avril 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

Applications diverses.

365 273. — Bergmann. — Allumage magnéto-électrique (10 avril 1906).

365 359. — Drissler. — Localisateurs des rayons X (18 avril 1906).

365 472. — Bacon. — Régulateur électro-magnétique (21 avril 1906).

365 557. — Wegner et Wendelburg. — Marteau électrique (24 avril 1906).

365 550. — Ingersoll-Rand Cy. — Perforatrices électro-pneumatiques (24 avril 1906).

Canalisations.

365 223. — Neu. — Protection des lignes aériennes (13 avril 1906).

365 327. — Gubler. — Socle pour poteaux en bois (17 avril 1906).

365 405. — Siemens et Halske. — Câble sous-marin (19 avril 1906).

365 450. — Gobert. — Isolateur (20 avril 1906).

Eclairage et Lampes.

361 576. — Hirsch. — Transformation des lanternes ordinaires en lanternes électriques (23 juin 1905).

365 406. — Gebruder Siemens und C[e]. — Electrodes pour lampes à arc (19 avril 1906).

365 236. — Schade. — Lampe à incandescence (26 janvier 1906).

365 362. — Cochet. — Supports pour lampes à incandescence (18 avril 1906).

361 602. — Canello. — Filaments (3 juillet 1905).

365 536. — Neelemans. — Lampe à arc (24 avril 1906).

365 645. — Weinert. — Lampe à arc (12 avril 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

365 261. — Schimansky. — Empreinte galvanoplastique en plomb (27 mars 1906).

365 423. — Lambert. — Cuve électrolytique (19 avril 1906).

365 481. — Cance. — Plaques ou électrodes (21 avril 1906).

365 456. — Hille et Muller. — Traitement des plaques de métal (21 avril 1906).

Electrothermie.

365 208. — Peterson. — Four électrique pour traitement de gaz (13 avril 1906).

365 584. — Sager. — Chauffage électrique de l'eau (25 avril 1906).

365 655. — Hiorth. — Four (23 avril 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

365 386. — Parsons. — Induit de dynamo (18 avril 1906).

365 414. — Parsons. — Refroidissement pour dynamos (19 avril 1906).

Instruments de mesure.

365 402. — Richard. — Galvanomètres (19 avril 1906).

Moteurs.

C[ie] internationale d'électricité. — Moteur auto-régulateur (20 avril 1906).

Télégraphie.

365 238. — Rittmeyer. — Transmetteur de signaux (6 fév. 1906).

International Telegraphic Call Cy. — Mécanisme sélecteur pour postes télégraphiques, etc., et autres applications (23 avril 1906).

Téléphonie.

Cie d'appareils électriques. — Microtéléphonie (26 mars 1906).

Transformateurs.

365 390. — Neu. — Protection pour transformateurs électriques (18 avril 1906).

361 601. — Auvert et Ferrand. — Redresseur-régulateur pour transformer un courant monophasé en courant continu (3 juillet 1905).

365 509. — Gaiffe. — Condensateurs (23 avril 1906).

365 640. — Thomas. — Convertisseurs électriques à vapeur (10 avril 1906).

Traction.

365 344. — De Kando. — Dispositif de tension pour fils conducteurs (17 avril 1906).

365 308. — Weiss. — Commande pour voitures électriques (14 avril 1906).

365 499. — Cie de l'industrie électrique et mécanique. — Commande des contrôleurs (23 avril 1906).

CHRONIQUE

L'électricité dans le Sud-Africain.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* signale le Sud-Africain comme une région pouvant offrir, aux constructeurs allemands, des débouchés avantageux pour la vente d'appareils et de machines électriques, et cela en raison des nombreux travaux d'installations pour l'éclairage (constructions nouvelles et agrandissement des réseaux déjà existants), que l'on y rencontre actuellement soit en cours d'exécution, soit à l'état de projets. A propos de ces travaux, la revue précitée donne les détails ci-après : La municipalité de Bloemfontein a voté un crédit de 4 800 000 fr pour des installations électriques. East London a presque achevé l'agrandissement de ses usines centrales destinées à l'éclairage et à la distribution de l'énergie; mais l'ingénieur municipal a présenté un rapport dans lequel il critique sévèrement l'installation et le fonctionnement de ces usines, en réclamant, comme indispensables, des travaux de réfection pour une valeur de 1 125 000 fr. Krügersdorf a décidé de lancer un emprunt de 400 000 fr pour l'établissement d'une usine centrale, qui fait en ce moment l'objet de soumissions. A Kroonstadt, on se préoccupe d'agrandir le service municipal existant. Le projet d'installation de l'éclairage électrique à Kalk-Bay-Muizenburg est presque achevé. A Heidelberg, une commission a été nommée, qui a reçu mission de s'aboucher avec des entrepreneurs privés pour l'établissement de l'éclairage électrique de la ville. La municipalité de Ladybrand étudie présentement un projet de station centrale municipale soumis par M. G. L. Kestner, de Johannisburg. L'administration d'Umtata Town a rejeté le projet d'une station centrale municipale qui lui était soumis; mais elle cherche à entrer en négociations avec des entrepreneurs privés qui se chargeraient d'établir une pareille installation. La ville de Vryheid vient de délivrer à la maison Reynolds, Tait et Stefenson de Durban la concession nécessaire pour l'établissement d'un réseau électrique municipal dont la construction est imminente. — G.

Un nouveau microphone.

En lançant sur le marché un nouveau microphone de sa fabrication, la Compagnie téléphonique de Zurich publie une notice qui contient les explications suivantes : La reproduction de la voix sera d'autant plus pure et plus nette que les variations de l'intensité de courant correspondent plus exactement aux vibrations de la membrane microphonique, c'est-à-dire autant que les variations d'intensité seront plus exactement proportionnelles à ces vibrations. En réalité, les variations de l'intensité, dans les microphones ordinaires, s'écartent assez sensiblement de cette proportionnalité. Quand un microphone ordinaire, à l'état de repos, présente une résistance de 5 ohms, que les autres résistances électriques s'élèvent à 2,5 ohms et que l'on emploie une batterie de 3 volts, pour une diminution égale à 2 ohms de la résistance du microphone, — diminution due à un renforcement de la pression exercée par la membrane microphonique, — il se produit une augmentation d'intensité de 0,1454 ampère; et, pour un accroissement de la résistance dans la même proportion de 2 ohms, il se produit, par contre, une diminution de l'intensité de 0,0842 ampère. Ces chiffres représentent une relation de 1727 à 1000, c'est-à-dire une différence très appréciable. De plus, si l'on compare l'accroissement de l'intensité, lors d'une diminution de la résistance égale à 0,1 ohm, avec celui se produisant lors d'une diminution de 2 ohms, on obtient la relation 1346 à 1000. Les chiffres ci-dessus correspondent pleinement aux résultats fournis par l'expérience, car, comme on le sait, les microphones ordinaires, soumis à l'action d'une voix forte, reproduisent les sons indistinctement et avec un certain nasillement. Dans le nouveau microphone, on obtient en premier lieu cet avantage que les variations d'intensité, pour les vibrations de la membrane dans les deux sens, sont exactement égales. En second lieu, les variations, pour les fortes et petites vibrations de la membrane téléphonique, s'écartent beaucoup moins de la proportionnalité. Le rapport, dans des conditions semblables à celles ci-dessus, est de 1085 à 1000 pour une variation de résistance de 0,1 ohm, de même que pour une variation de résistance de 2 ohms. De plus, les variations de l'intensité, sur le nouveau microphone, sont à peu près deux fois aussi fortes que sur les microphones ordinaires, et l'on peut utiliser, sans inconvénient, une batterie plus puissante. Toutes ces circonstances recommandent le nouveau microphone de la Compagnie téléphonique de Zurich pour les transmissions à grandes distances. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

2ᵉ Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 815 11 Août 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1ᵉʳ DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31ᵉ volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIᵉ.

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **MM. H. Dunod** *et* **E. Pinat**, *éditeurs, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIᵉ (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, avenue de Saxe, 43, Paris, VIIᵉ. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien**, *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

DRAGAGE ÉLECTRIQUE DE L'OR

L'énergie électrique est maintenant utilisée très largement dans le fonctionnement de dragues à boues aurifères dans l'Ouest américain ; des câbles isolés reliant la drague à la côte peuvent servir à alimenter une dizaine de moteurs électriques qui, ordinairement, sont du type alternatif à induction. Le courant est transmis aux dragues par des stations hydrauli-

La drague installée à Oroville (Californie), peut traiter 66 312 m³ en un mois avec une moyenne normale de 51 603 m³ pendant neuf mois de travail consécutif.

Quelques unes de ces dragues, actionnées électriquement, aspirent les boues aurifères au moyen de pompes centrifuges, tandis que d'autres modèles emploient des chaînes sans fin munies d'augets qui déversent leur contenu dans des compartiments laveurs. Pour le fonctionnement de la drague en Californie, l'énergie est



Installation de dragage électrique de l'or à Orville (Carlifornie).

co-électriques situées souvent à de grandes distances. L'une de ces dragues est en fonctionnement depuis déjà longtemps à Oroville (Californie) et une autre dans la propriété de la Butte Gold Dredging C°; ces deux machines ont été construites par la Bucyrus C° de South Milwaukee (Wis) et ont été montées par la Western Engineering and Construction C°. La seconde de ces dragues a travaillé quelque temps à Attin, Colombie anglaise, sur la concession de la Compagnie British American Dredging; elle pouvait traiter jusqu'à 1529 m³ de boue aurifère par 24 heures, qui était ensuite lavée à l'arrière de la drague dans une cuve de 30 m de longueur.

transmise par câbles sous forme de courants triphasés à la tension de 4000 volts et à la fréquence 60. Dans certains cas, des transformateurs-réducteurs sont installés sur la drague et, dans d'autres, ils sont montés sur des poteaux placés sur le rivage. En admettant comme tarif de vente du courant, le prix de 0,05 le kw-heure, les dépenses de fonctionnement, y compris les réparations, l'entretien, la main-d'œuvre, etc.. reviennent de 0,20 à 0,30 fr par 0,9 mètre cube de boue extraite.

Les moteurs employés varient en puissance de 15 à 50 ch. L'appareil convoyeur est actionné par un moteur de 15 ch et le laveur est muni d'un moteur de même puissance. La pompe à

sable qu'on emploie, lorsque les matières s'accumulent trop rapidement à l'arrière de la drague, est actionnée par un moteur de 30 ch. Une petite pompe d'épuisement est munie d'un moteur de 3 ch et un puissant moteur de 40 ch est directement accouplé à une pompe centrifuge qui fournit l'eau nécessaire au lavage des boues aurifères.

La chaîne des augets est mue par un moteur de 50 ch tandis que les treuils destinés à changer la direction du bateau sont actionnés par un moteur de 15 ch.

Les dragues d'Oroville ont une capacité de 0,08 m³ par auget et celles de la Compagnie Butte Gold Dredging, qui ont des augets plus grands, peuvent extraire à la fois par auget 0,14 m³ de sable aurifère. On voit ainsi que le total des matières extraites par mois varient de 30 580 m³ à 38 225 m³ à raison de 85 augets montés sur la chaîne de la drague et fonctionnant à une vitesse de défilage de 20 à 25 augets par minute.

Les dragues sont munies de deux béquilles dont une en acier, pesant 15 415 kg, et l'autre en bois pesant 9 tonnes; leur longueur est de 15 m. Quant aux dragues elles-mêmes, elles mesurent une longueur totale de 30 m sur 12 m de large avec un tirant d'eau inférieur à 1,80 m. Des machines de ce type sont également employées par la Yuba Consolidated Dredging C°, par la El Oro Gold Dredging C° et la Ashburton Mining C°. Les dragues électriques peuvent non seulement extraire de très grandes quantités de boues aurifères par mois, mais elles sont, en outre, capables de trier et de laver toutes ces boues au fur et à mesure que les augets les amènent. Il faut une énergie beaucoup plus considérable pour fouiller dans le gravier imperméable que dans les boues et le sable humide et c'est pour cela qu'il est nécessaire de disposer de puissants moteurs capables d'exécuter ces divers travaux. Dans tous les cas, les dépenses de fonctionnement au moyen de l'électricité sont beaucoup moins élevées qu'avec la vapeur, car on ne dépense de courant que proportionnellement à tel ou tel travail.

Après que les matières brutes ont subi un premier triage, les sables aurifères sont distribués sur des séries de tables sur lesquelles on fait passer un courant d'eau soigneusement réglé. De cette manière, on obtient un rendement très élevé et le pourcentage de perte est pour ainsi dire insignifiant. La distribution et le rejet des débris, des *tailings* est plus ou moins compliquée selon la nature du terrain traité, la distance du niveau de l'eau au fond rocheux, ainsi que selon la hauteur des rives. On doit pouvoir disposer de larges soutes destinées à contenir une grande quantité de matières brutes et de matières triées et il est nécessaire d'avoir des convoyeurs suffisamment étendus pour transporter les matériaux bruts et les débris sans que pour cela la drague soit obligée de revenir en arrière.

Dans le but d'obtenir les meilleurs résultats et le fonctionnement le plus économique, les dragues doivent travailler jour et nuit afin que les dépenses ne continuent pas à courir pendant que le travail s'arrête. La plupart des dragues les plus perfectionnées fonctionnent environ 90 0/0 du temps total écoulé, de sorte qu'il n'y a guère que 10 0/0 du temps dépensé au nettoyage et aux arrêts provoqués par des causes imprévues. Il faut ordinairement de quatre à six heures pour un nettoyage complet qui s'effectue ordinairement tous les deux mois.

Cette application de l'énergie électrique est très économique et très pratique, surtout étant donné que dans la plupart des cas, le courant est transmis par une station hydraulico-électrique qui le vend très bon marché, surtout si les distances ne sont pas très considérables.

Frank-C. Perkins.

LA SIDÉRURGIE ÉLECTROTHERMIQUE

Par le Major E. Stassano (1)

(Suite et fin) (2)

Dans la pratique des opérations métallurgiques, il n'est pas toujours nécessaire d'avoir recours au brassage de la masse pour activer les réactions. Dans ce cas, le four, tout étant construit d'après les principes énoncés, peut être grandement simplifié en devenant fixe et il présente alors les dispositions que montre la figure 3.

Dans ce modèle de four, la sole a une forme rectangulaire, les portes destinées à l'introduction de la charge sont placées sur les deux petits côtés du rectangle, tandis que, sur les grands côtés, se trouvent, sur l'un, l'orifice de coulée et, sur l'autre, l'orifice d'évacuation des scories.

(1) Communication faite le 1er mai 1906 au VIe Congrès de chimie appliquée, à Rome.

(2) Voir l'*Electricien*, n° 814, 4 août 1906, page 65.

La répartition de la chaleur est rendue uniforme dans toute l'étendue de la chambre de fusion en multipliant les centres de radiation.

Ce type de four fixe convient tout particulièrement pour effectuer la fusion réductrice qui précède l'affinage. L'emploi de ce four présente alors l'avantage de rendre l'opération plus facile et plus économique.

On a pu vérifier pratiquement, par exemple, dans le traitement des minerais du cuivre, la nécessité de maintenir pendant longtemps la masse en fusion, afin de permettre aux parties métalliques disséminées dans la masse de se séparer des scories par suite de la différence des densités. Dans ce cas, le modèle de four fixe modifié permet d'atteindre le but cherché, puisque la matière fondue, se trouvant dans la partie supérieure de la chambre, qui est celle où la température est la plus élevée, peut surnager longtemps dans la chambre de décantation et rendre ainsi possible la séparation complète des scories d'avec le produit utile qui, dans le cas du cuivre, est du cuivre noir.

Il est évident qu'avec des fours de ce genre, convenablement modifiés suivant les exigences spéciales des différentes opérations métallurgiques, il est possible de les effectuer toutes dans des conditions beaucoup plus avantageuses qu'avec les fours dans lesquels le chauffage est produit par la combustion du charbon.

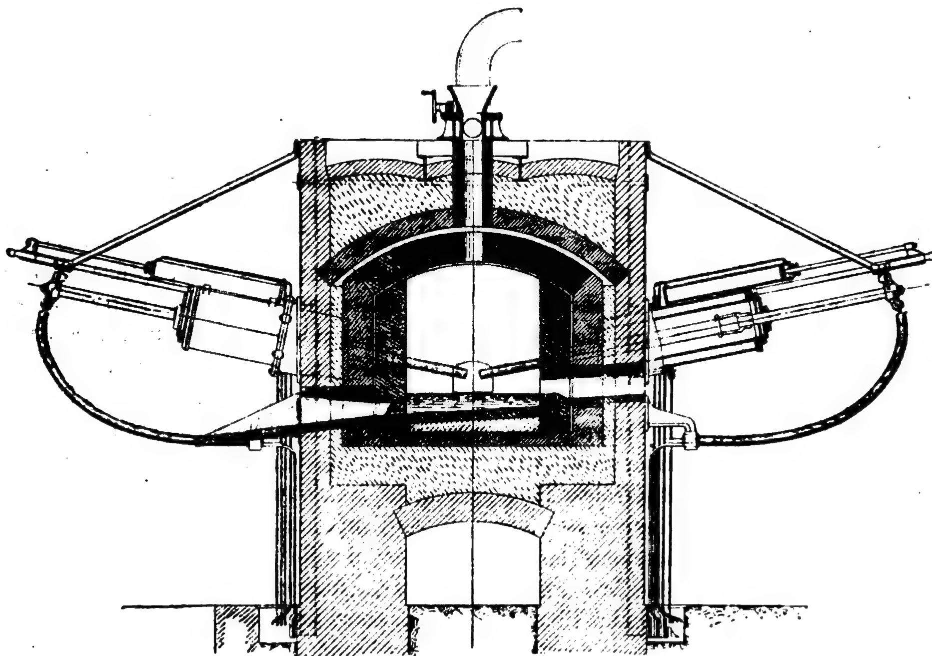


Fig. 3. — Four électrique Stassano. Modèle fixe.

*
* *

Au début de la présente communication, j'ai dit que le rendement thermique des combustibles est très variable et très faible dans les fours industriels, sauf dans les hauts fourneaux où ce rendement atteint environ 70 0/0. Mais en l'examinant de plus près, on reconnaît facilement que ce rendement maximum n'est qu'apparent.

En réalité, il faut tenir compte de ce fait que, dans le haut fourneau, on opère non seulement la réduction du minerai de fer, mais aussi celle de la silice, de l'oxyde de manganèse et des autres substances contenues dans le minerai. D'autre part, ces différentes substances s'alliant au fer, loin d'améliorer sa qualité, lui font perdre la malléabilité et la ductibilité qui caractérisent ce métal, ce qui a pour résultat d'obliger à soumettre la fonte ainsi obtenue à de longues et coûteuses opérations d'affinage, pour arriver à préparer du fer de qualité convenable et malléable. Cela explique pourquoi le rendement thermique du haut fourneau est plus apparent que réel, puisque une partie de la chaleur ainsi utilisée ne sert qu'à accomplir un véritable travail de Sysiphe.

Il est évident que la fonte, telle qu'elle sort du haut fourneau, reçoit d'utiles et de très nombreuses applications, comme le prouve du

reste l'emploi de plus en plus grand dans l'industrie de pièces en fonte coulée Mais, si le haut fourneau pouvait produire directement du fer malléable, les nombreuses pièces que l'on établit actuellement en fonte, par raison d'économie, seraient certainement fabriquées en fer ou en acier coulé.

Comme tous les autres modèles de fours, utilisés dans l'industrie métallurgique en général et plus particulièrement en sidérurgie, ont un rendement bien inférieur à celui du haut fourneau, puisque, généralement, il ne dépasse pas 20 0/0, on peut, pour les raisons déjà exposées et sans crainte d'être démenti, attribuer au four électrothermique un rendement égal ou supérieur à 50 0/0 de la chaleur fournie par la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique.

Les nouveaux procédés fondés sur l'emploi de ces fours pourront amener la grande industrie métallurgique à établir des usines dans les endroits où l'on ne trouve pas de combustibles naturels, mais où l'on rencontre en abondance des forces motrices hydrauliques, à la condition que le prix de revient du cheval-an électrique ne dépasse pas 40 fr. Les fours électrothermiques peuvent, en outre, être utilisés avec avantage pour certaines opérations spéciales déterminées, là où n'existent pas de forces motrices hydrauliques, mais où les combustibles fossiles sont abondants ou bien encore dans les endroits où l'on peut utiliser d'autres combustibles à bon marché tels, par exemple, que les gaz des hauts fourneaux.

*
* *

Ceci dit, j'examinerai maintenant les résultats obtenus, afin de voir jusqu'à quel point les déductions théoriques sur lesquelles j'ai fondé mes essais ont été confirmées en pratique.

Si l'on connaissait exactement la quantité de chaleur nécessaire pour produire la fusion et porter à une température déterminée l'unité de poids des métaux à préparer, ainsi que celle qu'exigent les différentes sortes de scories que l'on obtient au cours des opérations; si, d'autre part, on tenait compte des chaleurs de formation des divers composés solides et gazeux que la thermochimie fait connaître, il serait très facile de déterminer exactement le rendement thermique des nouveaux fours qui permettent de mesurer, avec une très grande approximation et à n'importe quel moment, la quantité d'énergie qu'ils consomment.

Malheureusement, les renseignements que l'on possède actuellement sur les chaleurs spécifiques à haute température des différents corps et sur les chaleurs latentes de fusion des métaux et des scories qui se forment au cours des opérations métallurgiques, sont très imparfaits ou manquent totalement.

Il est à souhaiter que ceux qui cultivent la science pure et qui s'intéressent aux besoins de la pratique, multiplient les délicates méthodes de recherche qui, chaque jour nous font connaître de nouveaux secrets de la nature, afin d'arriver à nous donner les données précises qu'exigent les procédés industriels pour progresser, car, actuellement, on doit se contenter de déterminer le rendement des fours d'après le peu de renseignements très insuffisants et peu nombreux que l'on possède actuellement.

En utilisant les résultats d'essais calorimétriques que l'on trouve dans les tables de Lunge, augmentées par Jüptner v. Jornstorff (*Die Untersuchung von Feureungs Anlagen*), et qui donnent la quantité de chaleur nécessaire pour porter la température de 1 kg de fer à 1200°, il est possible de déterminer approximativement, en continuant la courbe que l'on a pu construire facilement d'après les données de la table, la quantité de chaleur nécessaire pour amener le fer à la température de fusion et même au-delà. D'autre part, d'après les renseignements fournis par Gruner, Ledebour et autres métallurgistes, on peut déterminer la quantité de chaleur nécessaire pour produire la fusion des scories.

D'après les données ainsi obtenues, on peut admettre qu'il faut 510 calories pour fondre et porter à la température de 1900° 1 kg de fer, la température de 1900° étant celle à laquelle, en général, on procède à la coulée, afin que le métal soit bien fluide. En ce qui concerne les scories, il faut compter sur 600 calories pour les fondre et les porter à la même température lorsqu'elles sont basiques.

*
* *

Au précédent congrès de chimie appliquée, tenu à Berlin en 1903, le docteur Hans Goldschmitt a présenté un rapport dans lequel il a rendu compte des expériences auxquelles il avait assisté, à Darfo, en 1901, en qualité de délégué de l'office impérial des brevets d'Allemagne, afin de déterminer si mon type de four permettait d'obtenir directement du minerai, en une seule opération, des fers malléables.

Il a constaté qu'en traitant un minerai présentant la composition suivante :

Fe^2O^3.	93,020 0/0
MnO.	0,169
SiO^2.	3,790
S.	0,058
Ph.	0,056
CaO,MgO.	0,500
H^2O.	1,720

On a pu obtenir, en une seule opération, un fer ayant la composition suivante :

Fe.	99,764 0,0
Mn.	0,092
Si.	traces.
S.	0,059
Ph.	0,009
C.	0,090

et que, pour effectuer cette réduction, la consommation d'énergie électrique avait été d'environ 5 ch-heure par kilogramme de métal produit, ce qui équivaut à un rendement thermique d'environ 60 0/0 de l'énergie électrique consommée.

A la suite des essais effectués à Darfo, j'ai installé pour le compte du ministère de la Guerre, dans les ateliers de construction de l'artillerie à Turin, un four tournant de mon système, destiné à préparer l'acier servant à la fabrication des projectiles d'artillerie, en employant comme matière première des tournures et des riblons de fer et d'acier provenant de diverses usines dépendant du Ministère de la guerre.

D'après le certificat délivré par l'administration de la guerre, qui porte sur 38 opérations successives d'affinage de fonte et de riblons, effectuées en marche normale avec mon four, du 15 au 27 mai 1905, et dont les résultats ont été donnés dans le *Giornale del Forno* que publie cette administration (pages 819, 820), on peut en déduire ;

1° Que le four produit normalement 2500 kg d'acier par jour en affinant de la fonte et en fondant des riblons, avec une perte ne dépassant pas 2 0/0, quoique la chargecompor te 75 0/0 de tournures ;

2° Que pour une charge de 600 kg, il entre au minimum 150 kg de fonte, pour l'affinage de laquelle on emploie 29 kg de minerai de fer et 6 kg de chaux ;

3° Que chaque opération nécessite une dépense d'énergie électrique de 850 kw-heure.

Comme la quantité d'énergie électrique dépensée a été mesurée sur le circuit primaire du transformateur alimentant le four, la quantité réellement consommée n'est égale qu'à environ 92 0/0 des 850 kw-heure indiqués, c'est-à-dire à 772 kw-heure, si l'on tient compte des pertes dans le transformateur et dans la canalisation secondaire.

D'après les résultats obtenus dans les essais dont il vient d'être question et d'après les données déjà indiquées pour évaluer la chaleur nécessaire pour produire la fusion et porter à la température d'environ 1900° 1 kg de fer et 1 kg de scories, il est possible de déterminer le rendement thermique du nouveau modèle de four. En effet :

Pour fondre et porter à 1900° 600 kg de fer, il faut 600 . 510 calories, soit	306 000
Pour fondre environ 10 kg de scories basiques, il faut 10 . 600 calories, soit	6 000
Pour réduire l'oxyde de fer contenu dans les 29 kg de minerai ajoutés à la charge, étant donnée sa composition (1), il faut $\frac{29 . 312}{160} . 192 + \frac{29 . 603}{232} . 279$ calories, soit. . .	30 885
Total :	342 885

Comme la quantité d'énergie consommée dans le four, pour chaque opération, est de 772 kw-heure, on a :

$$\frac{772\,000}{735} . 635{,}3 = 667\,256 \text{ calories,}$$

et le rendement thermique du four est, par conséquent :

$$\frac{342\,885 . 100}{667\,256} = 51{,}42 \text{ 0/0.}$$

Ce résultat, en apparente contradiction avec celui qui avait été constaté par le Dr Goldschmidt, lors des expériences effectuées à Darfo, est identique, comme on va l'expliquer.

En effet, le four installé à Darfo, qui consommait environ 100 kw, était actionné par du courant alternatif simple et ne comportait, par conséquent, que deux électrodes. Dans les ateliers de l'artillerie, le four est alimenté par une dérivation prise sur une canalisation tri-

(1) Le minerai employé avait la composition suivante :

Fe^2O^3.......	31,200 0/0	CaOMgO.... ...	traces
Fe^3O^4.......	60,264	S...............	0,020
MnO........	0,125	Ph.............	0,005
SiO^2........	6,200	H^2O combinée...	0,320
Al^2O^3.......	1,800	Pertes..........	0,066

phasée et nécessite l'emploi de trois électrodes et, par suite, d'un cylindre réfrigérant de plus qui, naturellement, consomme en pure perte une quantité notable de chaleur, ce qui a pour effet d'abaisser le rendement du four.

Quelques chiffres suffiront pour prouver l'exactitude de ce fait. D'après les mesures nombreuses effectuées journellement pendant le fonctionnement du four, on a constaté que les trois cylindres réfrigérants nécessitaient une consommation de 40 m³ d'eau par 24 heures. A sa sortie des cylindres, l'eau présentait une augmentation de température de 15° environ. Dans ces conditions, les pertes thermiques dues au fonctionnement des cylindres réfrigérants représente une quantité d'énergie égale à

$$\frac{4000 \cdot 15}{635,3} = 904 \text{ ch}$$

en 24 heures. Comme le four, durant cette période de temps, consomme environ 200 ch pendant 22 heures, puisque pendant les opérations de charge et de coulée on interrompt le courant, les pertes thermiques dues aux cylindres réfrigérants sont égales à

$$\frac{904 \cdot 100}{200 \cdot 22} = 20,5 \ 0/0 \text{ environ.}$$

Si, au contraire, le four était alimenté avec du courant alternatif simple, cette perte serait réduite d'environ 7 0/0 et, par conséquent, on obtiendrait le même rendement que celui constaté pour le four qui a fonctionné à Darfo.

Il est évident qu'en augmentant la puissance des fours, cette cause de perte diminuerait rapidement, parce que la quantité d'eau circulant dans les réfrigérants restant constante, la quantité d'énergie passant par chaque électrode augmente et, par conséquent, les pertes sont moindres.

En effet, dans un four d'une puissance de 1000 ch, comportant 6 électrodes, les pertes thermiques dues aux réfrigérants seront, d'après les valeurs déjà trouvées, 904 . 2, puisqu'il y a 6 électrodes au lieu de 3; d'autre part, le four consommera, dans une période de 24 heures, 22 . 1000 ch-heure. Donc le pourcentage des pertes sera

$$\frac{904 \cdot 2 \cdot 100}{22 \cdot 1000} = 8,2 \ 0/0.$$

*
* *

Il est permis de conclure des expériences auxquelles a assisté le docteur Goldschmidt et de celles effectuées aux ateliers de l'artillerie que, dans mon système de four qui, comme on l'a vu, répond aux meilleures conditions d'utilisation de l'énergie électrique en métallurgie, il est possible :

1° D'obtenir un rendement thermique supérieur à 50 0/0 de la quantité d'énergie électrique consommée et cela avec des fours de faible puissance où, naturellement, les pertes sont plus grandes;

2° D'obtenir directement du minerai, en une seule opération, des fers malléables ainsi que des aciers de composition déterminée, en employant un mélange convenable de fonte que l'on affine et de riblons que l'on fond;

3° En opérant à l'abri du contact de l'air, d'obtenir le rendement maximum des matières traitées.

Il est donc évident que des résultats analogues pourraient être obtenus dans le traitement d'autres minerais et dans l'affinage de métaux autres que le fer.

*
* *

Pour compléter l'exposé que je viens de faire, il serait nécessaire de parler des procédés qui, après mes essais, ont été imaginés par d'autres inventeurs.

Pour des raisons faciles à comprendre, je laisserai de côté cette partie du sujet et je le fais d'autant plus volontiers que le rapport détaillé, rédigé par la Commission envoyée par le gouvernement canadien pour étudier les installations électro-thermiques appliquées à la métallurgie existant actuellement en Europe, vient compléter mon travail.

D'autre part, les renseignements que je viens de donner et les certificats qui m'ont été délivrés par l'administration militaire, à la suite du bon fonctionnement du four que j'ai installé, sont suffisants pour qu'on puisse se rendre compte de la valeur du procédé. Lors de son passage à Turin, la Commission canadienne n'avait pu voir le four en marche car, faute de matières réfractaires, il n'était pas complètement construit.

Quoique je n'ai nullement l'intention de discuter ni les détails, ni les données nombreuses et les déductions que l'on trouve dans le rapport précité, je ne puis cependant m'empêcher de relever deux points des conclusions auxquelles est arrivée la Commission, après avoir minutieusement exposé et commenté les résultats des essais auxquels elle a assisté dans les différentes usines visitées.

Je suis d'autant plus amené à relever ces deux considérations qu'elles sont en complet désaccord avec les conséquences logiques et naturelles des faits précis et exacts que je viens d'exposer dans le présent mémoire et qui ont été, constatés, au cours des essais de Darfo, par le docteur Goldschmidt et par l'administration de la guerre à la suite du fonctionnement normal du four que j'ai installé pour son compte.

Dans le deuxième alinéa des conclusions formulées par la Commission canadienne, on lit :

« Dans les conditions actuelles, le four électrique ne peut concurrencer, au point de vue économique, les procédés Siemens et Bessemer en ce qui concerne la fabrication des aciers industriels; son application industrielle est limitée à la fabrication des aciers de qualité supérieure destinés à certaines applications spéciales. »

Cette assertion ne me paraît pas exacte et les chiffres que j'ai donnés, d'après des faits certains et parfaitement constatés, vont me servir à le démontrer.

M. Harbord métallurgiste, faisant partie de la commission canadienne, reconnaît lui-même, dans un rapport spécial, qu'en ce qui concerne la main-d'œuvre et la conduite du four, les dépenses résultant de la fabrication du fer et de l'acier au four électrique, pour l'affinage et la fusion des riblons, sont les mêmes que celles qu'entraîne l'emploi du four Martin.

Par suite, s'il existe une différence entre les dépenses de fabrication au four électrique comparées à celles qu'entraîne l'emploi du four Martin, cette différence ne peut provenir que de la consommation d'énergie électrique par rapport à la consommation de combustible et du degré d'utilisation des matières premières qui peut différer dans les deux systèmes de fours utilisés.

Il est facile d'évaluer cette différence en établissant une comparaison entre un four Martin de puissance moyenne pouvant produire de 10 à 12 tonnes par opération et un four électrique de 1000 ch, puissance moyenne de ces sortes de four.

On peut admettre que, dans le four Martin, les pertes de matières premières soient seulement de 10 0/0, ce qui certainement n'est pas exagéré et que, dans le four électrique, ces pertes ne soient que de 2 0/0, ce qui a été constaté dans le four en fonctionnement à Turin. Supposons, en outre, que, dans un four électrique de 1000 ch, la consommation d'énergie électrique soit proportionnelle à celle qui a été constatée dans le four fonctionnant à Turin qui n'a qu'une puissance de 200 ch. Comme on le voit, je me place dans des conditions défavorables pour le four électrique.

Dans ces conditions, les dépenses nécessitées pour opérer la fusion d'une tonne de matières dans le four électrique peuvent être évaluées à 10,35 fr, savoir :

1300 kw-heure à 0,005 fr le ch-heure.	8,85 fr
5 kg d'électrodes à 0,30 fr. . . .	1,50 fr
	10,35 fr

Dans le four Martin, il y a à faire entrer en ligne de compte le prix du charbon nécessaire pour produire une tonne de produit et celui de 80 kg de matières premières qui, comme on l'a déjà dit, sont perdues. Par conséquent, si des 10,35 fr représentant les frais de fusion au four électrique, l'on déduit la valeur de 80 kg de matières premières à raison de 7 fr par 100 kg, on a pour comparer les frais de fabrication par les deux procédés, à tenir compte du prix du combustible nécessaire pour opérer la fusion d'une tonne d'acier au four Martin. Or, dans le four électrique, par suite de la perte de matières premières dans le four Martin, la dépense est réduite à 10,35 — 5,60 = 4,75 fr.

Il faut compter pour le four Martin de la puissance indiquée une consommation de combustible qui ne peut être inférieure à 400 kg par tonne d'acier; pour obtenir un bon résultat, il faut employer du charbon coûtant, au minimum, 11,60 fr la tonne, prix qui certainement n'est pas exagéré, même dans les localités où la houille est abondante; il s'ensuit que la dépense de combustible est de 4,64 fr.

Dans le procédé Bessemer, on obtient des résultats analogues à ceux du procédé Martin, surtout si l'on tient compte de ce fait qu'avec le four électrique on peut employer des matières premières de faible valeur, tout en obtenant un bon résultat, tandis que, dans le procédé Bessemer, il est indispensable d'employer des fontes de toute première qualité et l'on constate une perte variant de 10 à 15 0/0.

La deuxième conclusion, pour laquelle je ne suis point d'accord avec la Commission, est celle qui a trait à la fabrication de la fonte au four électrique.

En effet, étant admis que l'avantage essentiel que présentent les procédés électrothermiques de permettre d'obtenir directement des fers malléables en une seule opération, comme l'ont prouvé les expériences effectuées, soigneusement contrôlées, toutes les conclusions de la Commis-

sion à ce sujet, sont infirmées. Il ne faut pas perdre de vue que la production de la fonte est une nécessité imposée par les moyens de fabrication dont disposait l'industrie jusqu'à ce jour et que l'obligation de passer par ce produit intermédiaire disparaît grâce à l'emploi du four électrique.

Pour conclure, il semble possible d'affirmer que si les nouveaux procédés électrothermiques n'ont pas encore reçu le grand développement qu'ils étaient en droit d'espérer, ce n'est pas la conséquence d'imperfections ou de difficultés, mais bien celle de l'opposition que rencontrent les nouvelles inventions, à cause précisément de leur nouveauté qui éveille les défiances ou encore à cause de l'hostilité naturelle des industriels qui, utilisant les anciens procédés, se figurent, à tort ou à raison, qu'une nouvelle découverte pourra leur être nuisible.

L'histoire des progrès est remplie d'exemples de ce genre; mais l'expérience de la vie nous montre aussi qu'avec la ténacité, la fermeté et le courage, auxquels doivent s'ajouter des sacrifices, les nouvelles idées, si elles sont bonnes, finissent par triompher de tous les obstacles qui leur étaient opposés.

Mais, pour pouvoir réaliser des progrès et arriver au but poursuivi, il est nécessaire et même indispensable que les idées que l'on veut propager soient clairement énoncées pour éviter tout malentendu et toute fausse interprétation.

C'est pourquoi, en terminant ma communication, dans laquelle je me suis efforcé de résumer exactement l'état actuel de l'important problème de la métallurgie électrothermique, je tiens à déclarer que cette nouvelle industrie est maintenant sortie de la période des essais et qu'elle peut entrer tranquillement et avec profit dans celle des applications pratiques parce que :

1° L'atmosphère dans laquelle s'effectue la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique est à l'abri de l'action directe de l'air et est, par conséquent, absolument neutre au point de vue chimique;

2° La chaleur développée par cette transformation permet d'obtenir la température la plus élevée;

3° Les matières traitées ne sont pas en contact avec des substances étrangères susceptibles de modifier leur composition d'une façon désavantageuse;

4° Enfin, les appareils dans lesquels doivent s'effectuer les diverses opérations métallurgiques à l'aide de la chaleur produite par l'énergie électrique et les procédés qui en découlent pour obtenir les produits voulus, sont construits et étudiés pour permettre un fonctionnement continu toujours à pleine charge.

EXPLOITATION DES USINES CENTRALES
AUX ÉTATS-UNIS

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* donne le tableau d'ensemble suivant des conditions générales du régime d'après lequel fonctionnent aujourd'hui les usines centrales des Etats-Unis, particulièrement celles d'importance moyenne :

1. On rencontre fréquemment le système de distribution par courant alternatif simple. De l'usine située en un point central, rayonne une série de feeders à courant alternatif qui vont aboutir dans les localités environnantes;

2. Depuis quelque temps, les moteurs monophasés de commande, à vitesse angulaire constante, sont fort recherchés;

3. Nombre d'entreprises ont engagé à leur service des monteurs, s'occupant spécialement de l'éclairage, qui assistent le consommateur dans l'établissement de son installation (nombre, puissance lumineuse et suspension des lampes);

4. La lampe Nernst est fréquemment substituée, dans l'éclairage intérieur, aux lampes à arc alimentées par du courant alternatif;

5. La lampe à vapeur de mercure acquiert rapidement droit de cité; les préjugés, occasionnés par sa coloration particulière, disparaissent de plus en plus;

6. La lampe à arc à flamme n'est guère employée. Il faut attribuer le fait aux prix élevés des charbons importés et aux frais de remplacement de ces charbons;

7. Aujourd'hui les lampes à arc reçoivent des crayons plus petits de diamètre. On prétend ainsi obtenir un rendement meilleur et une lumière plus fixe et plus blanche. Le diamètre couramment adopté est de 12,5 mm;

8 Les fers à repasser électriques rencontrent une très grande faveur. La plupart des usines centrales prêtent gratuitement ces fers, pour une durée de plusieurs mois, à leur clientèle, estimant que c'est là le meilleur système de réclame;

9. Les machines électriques à fabriquer de la glace deviennent rapidement plus nombreuses, particulièrement chez les abonnés aisés;

10. Des bureaux de contrôle des compteurs ont été créés, qui examinent, nettoient et réparent ces compteurs. Les bureaux en question sont naturellement indépendants des usines centrales; ils n'en ont que plus d'autorité auprès des abonnés. Pour les petites usines, le montage des compteurs, que les bureaux ci-dessus font opérer

par un personnel spécialement expérimenté, entraîne des avantages appréciables;

11. La mise à la terre du côté de basse tension des transformateurs devient rapidement plus fréquente, surtout à la suite des recommandations des compagnies d'assurance. Cette mise à la terre se fait au moyen d'une plaque en tôle de cuivre de 1/2 m² que l'on enveloppe de charbon de bois ou au moyen d'un tube en fer galvanisé que l'on enfonce jusqu'à ce qu'il atteigne la nappe d'eau souterraine. G.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE

DANS LE TUNNEL DU SIMPLON

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* donne l'analyse suivante du contrat passé entre la direction générale des chemins de fer suisses et la maison Brown, Boveri et Cie pour assurer le service de traction électrique dans le tunnel du Simplon.

La direction autorise la compagnie à organiser, à titre d'essai, sur la section Brig-Iselle, un service de traction à courants triphasés. L'installation électrique doit avoir une puissance suffisante pour assurer l'observation des horaires établis et pour remplir les conditions ci-après :

a) Sur le trajet de Brig à Iselle, les trains de voyageurs, d'un poids de 300 tonnes, seront remorqués par une locomotive électrique à la vitesse de 68 km à l'heure et les trains de marchandises, d'un poids de 400 tonnes, par une locomotive électrique à la vitesse de 34 km par heure.

b) Sur le trajet d'Iselle à Brig, les trains de voyageurs du même poids devront marcher à raison de 34 km à l'heure jusqu'à la station du tunnel et à 68 km à l'heure depuis la station du tunnel jusqu'à Brig; quant aux trains de marchandises du poids de 400 tonnes, ils devront circuler à la vitesse de 34 km à l'heure sur tout le parcours. En outre, l'installation électrique doit être assez puissante pour permettre à un train de voyageurs et à un train de marchandises de se croiser dans la gare du tunnel ou de se suivre à la distance réglementaire, ainsi que de démarrer simultanément. La société Brown-Boveri prend entièrement à sa charge l'établissement des installations nécessaires pour la production et le transport de l'énergie électrique; elle doit notamment, dans chacun des deux dépôts de machines situés du côté nord et du côté sud du tunnel, installer une génératrice, avec une excitatrice et un tableau de distribution; elle doit, de plus, construire la canalisation complète de la section Brig-Iselle, ainsi qu'une canalisation, autant que la chose sera nécessaire, dans les deux gares. Les dispositifs électriques à introduire dans les dépôts des machines doivent être aménagés de manière que l'on puisse rapidement rétablir, au besoin, le régime de traction à vapeur. La canalisation sous le tunnel doit être établie de manière à pouvoir se transformer rapidement en une canalisation pour courant monophasé, au cas où l'on viendrait ultérieurement à adopter le système de traction par courant monophasé. Dans la pose de la canalisation, la société doit prendre les précautions nécessaires afin que, au cas de réparations à la voûte du tunnel, les fils puissent être rapidement enlevés et remis en place. Enfin, la direction met gratuitement à la disposition de la société Brown-Boveri, pour la production du courant, les usines d'énergie présentement existantes à Brig et à Iselle, autant que ces établissements ne sont pas nécessaires pour assurer un autre service des chemins de fer fédéraux. L'extension à donner à ces usines, en vue de leur assurer la puissance électrique nécessaire pour la bonne exécution du service, est à la charge de la société.

A.

JURISPRUDENCE

Une canalisation primaire, établie pour le service de plusieurs communes, peut-elle être assujettie à des droits d'octroi?

Les entrepreneurs de distribution d'énergie électrique, aussi bien pour l'éclairage que pour la force motrice savent, par expérience, combien ils ont de peine à se défendre contre les tendances de plus en plus marquées des administrations communales à frapper de droits d'octroi tout ce qui peut paraître matière imposable. Sans parler des usines génératrices où les matériaux de construction, les machines et, au cours de l'exploitation, les charbons, huiles, etc., sont autant d'objets assujettis la plupart du temps à des droits d'octroi plus ou moins onéreux, les canalisations elles-mêmes et parfois aussi le courant distribué subissent le même sort. Nombre de concessionnaires, au moment où ils traitent avec les villes intéressées, prennent, il est vrai, la sage précaution de faire insérer dans leurs cahiers des charges des clauses d'exonération de droits d'octroi. Mais il peut arriver que l'exonération prévue n'est pas générale et que l'énumération incomplète des matières exemptes laisse place à l'établissement de certains droits. En outre, les clauses de ce genre ne sont possibles que dans des traités de concession et il peut arriver, pour différentes raisons, que l'entrepreneur de la distribution d'énergie soit obligé de se contenter d'un régime de simples autorisations de voirie laissant le permissionnaire à la merci de l'administration communale.

Précisément ce régime des permissions de voirie, devenu assez rare depuis la publication de la

circulaire ministérielle du 15 août 1893, qui prétendait obliger les entreprises de distribution d'éclairage à se soumettre à des cahiers des charges municipaux, va se retrouver d'un usage beaucoup plus fréquent maintenant qu'il est formellement prévu par la nouvelle loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie (voir le texte de cette loi dans l'*Electricien* du 30 juin dernier). C'est lorsqu'il s'agira de distribuer le courant sur plusieurs communes au moyen d'une même canalisation primaire alimentant des réseaux secondaires pour l'utilisation de l'électricité dans les agglomérations situées sur le parcours, que le régime des permissions de voirie paraîtra souvent avantageux aux sociétés d'électricité qui n'auront pas ainsi à se débattre contre les exigences plus ou moins variées des municipalités intéressées.

Mais les permissionnaires auront toutefois à se préoccuper des droits d'octroi, dont les municipalités pourront frapper les matières nécessaires à la construction ou à l'exploitation de leurs stations centrales aussi bien que de leurs lignes de distribution. D'ailleurs, alors même qu'ils auraient recours au régime des concessions communales, les entrepreneurs de distribution d'énergie ne pourront peut-être pas toujours obtenir des exonérations d'octroi de toutes les communes traversées par leurs réseaux, et, en tous cas, comme ces exonérations leur imposent généralement d'autres sacrifices sur les tarifs de vente du courant pour l'éclairage public et les usages communaux, ils peuvent avoir un très grand intérêt à connaître les cas dans lesquels les droits d'octroi ne peuvent légalement leur être imposés.

Nous croyons donc qu'il sera utile pour les sociétés d'électricité, comme pour les entrepreneurs des travaux d'établissement de lignes de distribution, d'être mis au courant d'une jurisprudence de la Cour de cassation qui nous paraît donner une indication très nette dans ce sens : qu'une canalisation primaire, établie pour le service de plusieurs communes, constitue un objet d'intérêt général et ne peut, à ce titre, être assujettie à des droits d'octroi.

L'arrêt de la Cour de cassation, dont nous semble résulter formellement cette indication, a été rendu, il est vrai, en matière de canalisation d'eau, mais il est facile de comprendre l'analogie complète que présente une distribution d'électricité desservant plusieurs communes au moyen d'une ligne à haute tension alimentant les différents réseaux secondaires, avec une distribution d'eau comportant une conduite principale d'où rayonnent les embranchements destinés à assurer la distribution de l'eau dans les centres urbains situés sur le parcours de cette conduite principale.

Il s'agissait, dans l'espèce, d'une conduite souterraine que la Compagnie générale des eaux destinait à l'alimentation d'eau des communes de Montreuil, de Vincennes et de Bagnolet. La ville de Montreuil avait perçu des droits d'octroi sur les tuyaux de fonte ayant servi à la construction de cette conduite dans la partie traversant le territoire communal; mais la Compagnie des eaux, estimant que cette canalisation constituait en elle-même un objet d'intérêt général, en tant qu'établie pour le service de plusieurs communes, et qu'à ce titre les tuyaux employés à sa construction ne pouvaient être imposés de droits d'octroi, introduisit contre la ville de Montreuil, devant le juge de paix du canton de Vincennes, une action en restitution des droits perçus. Tout d'abord la compagnie vit sa demande rejetée par une décision du juge de paix en date du 16 août 1901, mais elle se pourvut en appel devant le Tribunal civil de la Seine qui, lui donnant gain de cause, rendit un jugement, le 2 décembre 1902, par lequel la sentence du juge de paix était infirmée et la restitution des droits indûment perçus ordonnée.

La ville de Montreuil forma un pourvoi en cassation contre ce jugement, prétendant qu'il y avait eu violation ou fausse application de l'article 1er de la loi du 5 ventôse an VIII, de l'article 11 de l'ordonnance du 8 décembre 1814 et enfin de l'article 148 de la loi du 28 avril 1816, en ce que le jugement attaqué avait refusé de considérer la canalisation sur laquelle avaient été perçus les droits comme destinée à la consommation locale.

Or, que disaient les textes de lois ou d'ordonnance invoqués par la ville de Montreuil à l'appui de son pourvoi?

L'article 1er de la loi du 5 ventôse an VIII dispose qu' « il sera établi des octrois municipaux et de bienfaisance sur les objets de *consommation locale* dans les villes dont les hospices civils n'ont pas de revenus suffisants pour leurs besoins ».

Quant à l'article 11 du 8 décembre 1814, il précise qu' « aucun tarif d'octroi ne pourra porter *que sur des objets destinés à la consommation des habitants du lieu sujet...* »

Enfin l'article 148 de la loi du 28 avril 1816 n'est pas moins explicite en ce qui concerne la prohibition des droits d'octroi à l'égard des objets ne servant pas à la consommation locale :

« Art. 148, — *Les droits d'octroi continueront à n'être imposés que sur les objets destinés à la consommation locale. Il ne pourra être fait d'exceptions à cette règle que dans les cas extraordinaires et en vertu d'une loi spéciale.* »

Ces dispositions auraient pu être invoquées à bon droit par la Compagnie des eaux, puisqu'elle se basait précisément sur le caractère d'ojet d'intérêt général présenté par la conduite principale sur laquelle avaient été perçus les droits d'octroi, pour réclamer la restitution de ces derniers contre la commune de Montreuil. Aussi, la commune contestait-elle, dans son pourvoi, toute espèce de caractère d'objet d'intérêt général à la conduite en question, prétendant que dans chaque commune

intéressée, et notamment dans celle de Montreuil, cette conduite devait être considérée comme assurant le service des habitants de la commune et constituant, par conséquent, un objet destiné à la consommation locale, qui avait pu être, à bon droit, assujetti à l'octroi.

Cette façon de voir n'a pas été admise par la cour de cassation, dont la Chambre civile a rendu l'arrêt suivant :

La Cour; — Sur le moyen unique du pourvoi :

Attendu qu'aux termes de l'article 148 de la loi du 28 avril 1816, les droits d'octroi ne peuvent être imposés que sur les objets destinés à la consommation locale;

Attendu qu'il résulte du jugement dénoncé que la conduite souterraine à la construction de laquelle ont servi les tuyaux en fonte introduits par la Compagnie générale des eaux dans le périmètre de l'octroi de Montreuil-sous-Bois, fait partie d'une canalisation destinée à conduire l'eau dans les communes de Vincennes, de Montreuil et de Bagnolet; que cette conduite a été posée, « non pour l'usage exclusif des habitants de Montreuil, mais en vue d'améliorer la distribution de l'eau dans les autres communes desservies ».

Attendu qu'une canalisation ainsi établie pour le service de plusieurs communes a été avec raison, à la différence des embranchements destinés à la distribution de l'eau dans chacune d'elles, considérée par le tribunal comme un objet d'intérêt général, formant dans son ensemble un tout indivisible; qu'en décidant, en conséquence, que les tuyaux employés à sa construction dans la portion qui traverse la commune de Montreuil n'étaient pas assujettis aux droits d'octroi et en ordonnant la restitution de ceux qui avaient été payés, le jugement dénoncé, qui d'ailleurs est motivé, n'a violé aucun des textes visés par le pourvoi.

Par ces motifs :

Rejette le pourvoi formé contre le jugement rendu entre les parties par le Tribunal civil de la Seine à la date du 2 décembre 1902; condamne la commune de Montreuil envers le Trésor public à l'amende de 300 francs, décimes non compris, et envers la Compagnie défenderesse à l'indemnité de 150 francs et aux dépens...

Ainsi qu'on peut le constater, la Cour de cassation fait une distinction très intéressante entre la conduite principale « *établie pour le service de plusieurs communes* » et les « *embranchements destinés à la distribution de l'eau dans chacune d'elles* »; et tandis qu'elle reconnait à ces derniers le caractère d'objets servant à la consommation locale et sujets par conséquent à l'octroi, elle considère la canalisation principale comme « *un objet d'intérêt général, formant un tout indivisible* »; d'où il doit résulter, ainsi que le décide l'arrêt, que les tuyaux entrant dans la construction de ladite conduite ne peuvent être assujettis aux droits d'octroi puisque, aux termes de l'article 148 de la loi du 28 avril 1816, ceux-ci ne peuvent être imposés que sur les objets destinés à la consommation locale.

La Cour de cassation a donc rejeté le pourvoi formé par la ville de Montreuil contre le jugement du tribunal de la Seine qui avait ordonné la restitution des droits indûment payés par la Compagnie des eaux.

Comment cette jurisprudence ne pourrait-elle pas être considérée comme applicable aux canalisations primaires alimentant des réseaux de distribution sur plusieurs communes? Une telle canalisation ne forme t-elle pas, mieux encore qu'une conduite d'eau principale, « *un tout indivisible* », absolument distinct des réseaux secondaires destinés à la consommation locale? En effet, alors que l'eau de la conduite principale pourrait être l'objet d'une utilisation directe, au moyen de prises d'eau, sur tout son parcours, le courant à haute tension de la canalisation primaire se trouve absolument impropre au service de la consommation locale, celui-ci ne pouvant être assuré que par les réseaux secondaires, après le passage du courant primaire par les transformateurs qui en ont abaissé la tension dans la mesure convenable.

A ce « *tout indivisible*, » formé par une canalisation primaire d'électricité desservant plusieurs communes, semble donc devoir s'appliquer incontestablement cette qualification « *d'objet d'intérêt général* », donnée par l'arrêt de la Cour de cassation à la conduite principale établie pour le service de l'eau de plusieurs communes. D'où il doit suivre que ces canalisations primaires doivent profiter de la même prohibition de tous droits d'octroi, applicable, d'après l'arrêt, aux conduites principales d'alimentation d'eau.

C'est là certainement une indication utile à retenir, aujourd'hui que, grâce à la *houille blanche*, les entreprises de distribution d'énergie comportent des réseaux de plus en plus considérables desservant non seulement plusieurs communes, mais même des régions entières comprises dans des arrondissements et parfois des départements différents.

Charles Sirey,
Avocat à la Cour de Paris.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 6 JUILLET 1906.

M. le général Sebert fait hommage à la Société d'un exemplaire du *Manuel complet du Répertoire bibliographique universel*. Cet envoi est accompagné de la lettre suivante :

« Monsieur le Président et cher Confrère,

« Je vous prie d'offrir, en mon nom, à la Société française de physique, pour sa bibliothèque, le volume qui accompagne cette lettre. C'est un exemplaire du *Manuel complet du Répertoire bibliographique universel* établi sur le plan conçu par l'Institut international de bibliographie et rédigé avec la collaboration du bureau bibliographique de Paris.

« La plus grande partie de ce volumineux ouvrage

est consacrée aux tables développées de la classification bibliographique décimale qui, en respectant le plan primitif de l'œuvre déjà ancienne de Melvil Dewey, ont pu être complétées et mises à jour de façon à s'adapter aux progrès les plus récents des sciences.

« De ces tables font naturellement partie intégrante un grand nombre de tables partielles qui intéressent les physiciens. Je citerai, notamment, celles des sciences physiques, qui ont été élaborées, il y a déjà plusieurs années, avec le concours de la Société française de physique, ainsi que les tables développées qui ont été préparées, d'une façon analogue, pour la photographie et pour l'électricité industrielle, sans parler des tables concernant la chimie, la météorologie, etc.

« Un index alphabétique, qui renferme plus de 40 000 rubriques de classement, rend aujourd'hui l'emploi de ces tables des plus facile et elles ont été appliquées à l'élaboration du manuscrit des tables des comptes rendus de nos séances depuis l'origine, manuscrit qui a été préparé par les soins du bureau bibliographique de Paris et dont le Conseil a décidé récemment l'impression. »

M. P. Villard exprime le regret de ne pas voir figurer, au procès-verbal de la séance du 6 mai, la réponse qu'il avait dû faire à M Guébhard. Cette réponse clôturait la discussion d'une façon définitive.

M. Villard déclare n'accepter à aucun point de vue la note publiée par M. Guébhard le 16 février et se retire d'une discussion qu'il n'avait en rien provoquée.

M. Guébhard répond qu'il s'en rapporte au président et à la Société pour décider qui a tort ou raison.

Détecteurs d'ondes électriques à gaz ionisés, par **M. C. Tissot.** — La mesure de la f. é. m. efficace opérée au sommet d'une antenne réceptrice attaquée à distance par une antenne accordée donne les valeurs de 4 volts à 5 volts à 1 km. Le calcul que l'on peut faire en partant des valeurs obtenues expérimentalement pour les périodes et les amortissements indique que les amplitudes correspondantes doivent atteindre 600 volts à 800 volts. On peut mettre en effet ces amplitudes en évidence par des moyens relativement grossiers. — Un tube à vide (de Geissler), convenablement préparé, peut aisément être rendu luminescent quand on le dispose au sommet d'une antenne réceptrice attaquée à distance.

La luminescence s'obtient de même quand on intercale le tube à vide à la place habituelle du cohéreur, c'est-à-dire aux bornes des transformateurs de réception (jiggers), dont le principal objet est de transporter à la base de l'antenne le ventre de tension du sommet.

La sensibilité du dispositif peut être notablement accrue si l'on crée dans le tube un champ auxiliaire en portant, à l'aide d'une batterie de petits éléments d'accumulateurs, les électrodes à une différence de potentiel très voisine de la différence de potentiel critique de décharge.

On réussit à utiliser le phénomène à des mesures quantitatives en substituant à l'observation de la luminescence celle de la conductibilité du gaz traversé par la décharge oscillante.

A cet effet, on munit le tube à vide de 2 électrodes latérales parasites (de large surface), que l'on intercale dans le circuit d'une f. é. m. continue et d'un galvanomètre.

Le courant auxiliaire qui passe quand le gaz est ionisé par la décharge est une fonction complexe de la différence de potentiel entre les électrodes principales.

Comme il va en croissant dans le même sens que l'amplitude, il est néanmoins susceptible de fournir des valeurs comparables *tant que les décharges conservent des formes peu différentes*, ainsi que cela a lieu en général dans les applications de la télégraphie sans fil.

L'effet du dispositif n'est pas tout à fait le même selon que l'on s'en sert sans champ auxiliaire ou avec champ sensibilisateur.

Dans le premier cas, il se comporte comme un *autodécohérent*, tandis qu'on peut l'amener, dans le deuxième cas, à agir comme une véritable *soupape*.

L'amortissement de l'oscillation se traduit alors par le fait que l'élongation galvanométrique est plus grande ou plus petite selon le sens de la première demi-oscillation.

L'effet Edison donne aussi le moyen (comme l'a indiqué tout d'abord M. Fleming) de réaliser une soupape à gaz ionisé pour courants de haute fréquence.

Nous avons effectué un certain nombre d'expériences avec un dispositif permettant d'utiliser le phénomène. Le dispositif est plus sensible et de montage plus facile que celui du tube à vide.

Mais, bien que le phénomène mis en jeu présente une apparence plus simple, il ne nous a pas donné des résultats aussi comparables que celui qui a été décrit ci-dessus.

Outre qu'il se produit d'une expérience à l'autre de notables variations du régime d'émission du filament, il est à peu près impossible d'utiliser un régime dans lequel l'amplitude de potentiel soit sensiblement proportionnelle au courant indiqué par le galvanomètre.

SOCIÉTÉ FARADAY DE LONDRES

Dans une étude présentée conjointement par MM. Slater-Price et Judge à la Société Faraday de Londres, les auteurs donnent une description d'une nouvelle forme d'appareil pour la déposition électrolytique des métaux avec cathode rotative. Le bec ordinaire de vidange est remplacé par un entonnoir à robinet d'environ 100 cm³ de capacité de sorte que l'électrolyte peut être vidé à la fin de l'expérience sans l'emploi d'un siphon; un moyeu de bicyclette sert à faire tourner la cathode.

Dans cette même séance, le Dr Mollwo-Perkin décrit une très simple forme de cathode rotative pour analyses électrochimiques; elle consiste en un spirale de fil de platine, ou mieux de platine irridié; un fil de nickel peut être substitué au platine et le Dr Perkin en recommande l'emploi au lieu de celui d'un métal plus coûteux. La Société Faraday s'est réunie en séance extraordinaire le 2 juillet pour entendre une conférence du professeur Birkeland de Christiania, sur l'oxydation de l'azote atmosphérique par l'arc électrique ainsi qu'un travail du Dr Eugène Haanel d'Ottawa donnant la description de récentes expériences sur les aciers électriques et la fabrication de l'acier réalisées devant les représentants du gouvernement canadien à Sault-Sainte-Marie. — A.-H.-B.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

M. A. Campbell-Swinton, dans un travail présenté récemment à la Société de physique de Londres, étudie l'effet du radium sur la décharge électrique visible dans

e vide. Il déclare que Edison, Fleming et d'autres ont montré que le passage de la décharge électrique dans le vide est de beaucoup facilité par l'échauffement de la cathode et ajoute que dernièrement il a été prouvé que le passage de cette décharge est encore plus accentué en revêtant la cathode ainsi chauffée avec des oxydes métalliques; il est généralement admis que l'effet des oxydes dans ce cas est de donner naissance à des ions chargés négativement.

M. Campbell-Swinton a voulu s'assurer si des effets semblables pouvaient être obtenu en peignant la cathode avec du radium et comme le radium donne naissance aux ions à l'état froid, il ne devrait plus être nécessaire de chauffer la cathode. En employant du courant continue à 400 volts, le radium n'eut pas d'effet appréciable sur les décharges. Quand la cathode recouverte du radium était chauffée, on constata que le radium avait une action très marquée sur la production d'une décharge lumineuse. D'autres expériences furent réalisées dans le but de prouver que la simple présence de radium dans le tube de décharge était insuffisante pour produire cet effet, que l'on obtenait dès que la cathode était disposée comme précédemment. On essaya également de cathodes froides en se servant de courants alternatifs à haute tension et on trouva qu'à partir de 900 volts, une décharge visible était obtenue; avec une cathode à radium, la décharge lumineuse exigeait de 700 à 800 volts de tension. Cette tension variait d'ailleurs suivant les cas, mais toujours il y avait environ 100 volts de différence pour une électrode traitée au radium.

Parmi les autres sujets présentés à la Société de physique, on peut citer « l'effet de l'étincelle électrique sur les propriétés chimiques des métaux », par M. Vaughton, la puissance diélectrique de minces filets liquides par M. le Dr P. Sham, et aussi l'effet des oscillations électriques sur le fer dans un champ magnétique, par le Dr H. Eccles. — A.-H.-B.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

SÉANCE DU 10 JUILLET 1906

Sont admis comme membres du Syndicat :

M. Amiot (Eugène-Emile), co-associé de la Cie F. A. C., 81, rue Saint-Maur, à Paris, présenté par MM. Javaux et Eug. Sartiaux;

M. Eurieult (Victor), constructeur électricien, 123, rue de Grenelle, à Paris; présenté par MM. Javaux et Mildé;

M. Fauvin (Emile-Ernest), co-associé de la Cie F. A. C., 81, rue Saint-Maur, à Paris; présenté par MM. Javaux et Eug. Sartiaux;

MM. Heinrich et Cie, fabricants de fils et câbles électriques, 12, rue Houdart, à Paris; présentés par MM. Javaux et Meyer May.

Commission des Douanes (M. Meyer-May, président). — Devant les retards qui se sont produits dans les négociations avec la Suisse, le gouvernement français a pris l'initiative de présenter aux Chambres un remaniement de notre tarif douanier. Ce remaniement porte entre autres sur le matériel électrique, pour lequel, suivant notre demande, on a créé un nouvel article 524 *bis*, relatif aux appareils électriques et électrotechniques.

Les Chambres ont adopté ce projet.

Le gouvernement français a dénoncé, pour prendre fin le 2 octobre 1906, le *modus vivendi* commercial par lequel la France et l'Espagne accordaient réciproquement aux produits respectifs de chaque pays le bénéfice des tarifs douaniers les plus réduits.

En conséquence, les droits du tarif minimum français seront appliqués aux produits espagnols jusqu'au 2 octobre prochain, et les marchandises françaises seron passibles, jusqu'à cette date, des droits du deuxième tarif des douanes espagnoles, tel qu'il résulte du décret du 23 mars 1906, modifié par le décret royal du 23 juin.

Commission des Distributions d'énergie (M. Eug. Sartiaux, président). — Le Sénat a adopté, dans sa séance du 18 juin, la proposition de loi, adoptée par la Chambre des députés, sur les distributions d'énergie.

Il sera utile que la Chambre syndicale intervienne au moment voulu pour que les règlements d'administration publique prévus à l'article 18 lui soient communiqués avant l'impression et obtenir que les membres du Comité d'électricité, formé conformément à l'article 20, soient, au moins en partie, désignés d'après ses propositions.

Commission chargée d'étudier le fusionnement des syndicats professionnels des industries électriques et des usines d'électricité. — Les Commissions du Syndicat professionnel des usines d'électricité, d'une part, et, d'autre part, du Syndicat professionnel des Industries électriques se sont réunies le 19 juin 1906.

Après échange de vues, leurs membres se sont accordés pour reconnaître que le projet de fusionnement des deux syndicats n'était pas encore mûr, mais qu'il y avait lieu, en vue d'établir entre eux des relations plus étroites, de charger dès à présent lesdites commissions, dont la composition serait modifiée en conséquence, d'examiner en commun les questions propres à intéresser les deux groupements.

M. le Président propose, à cet effet, de retoucher la composition de la commission nommée dans la séance du 8 mai dernier et de confier le soin de préparer ce rapprochement souhaitable à MM. Frager, Geoffroy, Meyer-May, Robard, E. Sartiaux et de Tavernier.

Cette proposition est acceptée.

Propositions de réunion de Chambres syndicales régionales à notre Syndicat professionnel et de groupement de nos membres par genre de spécialités. — M. le Président rappelle qu'à différentes reprises, des groupes d'électriciens de Marseille, de Reims, ont informé la Chambre syndicale de leur intention de s'organiser en syndicats régionaux. Voici qu'aujourd'hui, ce sont les électriciens du nord de la France qui lui font part d'un semblable projet, par l'intermédiaire de notre très distingué collègue, M Henneton.

D'autre part, plusieurs de ses collègues lui ont confié qu'ils verraient opportunément mettre à l'étude certaines modifications du Syndicat professionnel en vue de le mieux adapter aux circonstances présentes.

Pour correspondre à ces divers sentiments, il faudrait organiser la constitution de nouveaux syndicats régionaux d'électricité et régler leur affiliation, ainsi que celle des syndicats de même genre préexistants, au Syndicat professionnel des Industries électriques; il y aurait lieu, en outre, de former, parmi les membres du Syndicat, de nouveaux groupements dont chacun ne rassemblerait que des éléments très homogènes ayant les mêmes intérêts; mais qui, tous, seraient réunis sous l'égide du Syndicat professionnel.

Si ses collègues estimaient que ces projets méritent

de retenir l'attention de la Chambre syndicale, il leur proposerait de nommer une commission chargée de les étudier et d'établir, à ce propos, un rapport circonstancié.

MM. Eschwège, Hillairet, Mildé, Sautter et Sciama seraient les membres de cette commission.

Après échange de vues avec les membres présents, M. Eug. Sartiaux fait observer que, dans la commission ainsi composée, les constructeurs auraient une majorité absolue; il insiste pour qu'un sixième membre soit nommé, qui représenterait un autre élément du Syndicat et partagerait les voix.

La Chambre, déférant à ce désir, désigne M. Bancelin et arrête définitivement la composition de ladite commission comme ci-après : MM. Bancelin, Eschwège, Hillairet, Mildé, Sautter et Sciama.

Affaires diverses. — M. le Président fait connaître que les élections consulaires au Tribunal de commerce de la Seine et les élections pour le renouvellement partiel de la Chambre de commerce de Paris doivent avoir lieu au commencement de décembre 1906. Il invite ses collègues à lui désigner dès à présent les membres du syndicat professionnel susceptibles d'être proposés, s'ils veulent bien y consentir, comme juges au Tribunal de commerce.

Il leur déclare, d'autre part, la vacance que va créer à la Chambre de commerce de Paris le départ de M. Sciama, qui n'est pas rééligible. Notre collègue fait, en effet, depuis douze années, partie de cette Compagnie dans laquelle il a représenté les industries électriques avec une autorité reconnue et soutenu leurs intérêts avec une activité et un dévouement dont on ne peut trop le remercier.

— M. Eug. Sartiaux rend compte à ses collègues de la mission dont ils ont bien voulu le charger, au cours de la précédente séance, en vue de faire éditer les « Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons » dans un format facile à mettre en poche. Ainsi qu'il le leur avait promis, il a examiné avec l'Administrateur-Directeur de l'imprimerie Chaix les conditions auxquelles cette amélioration pourrait être réalisée. Il a été entendu que la maison Chaix imprimerait gratuitement lesdites instructions dans la forme désirée et qu'elle consentirait à notre syndicat une prime proportionnelle au nombre d'exemplaires vendus. Il signale, en outre, que, moyennant une redevance, notre collègue, M. Roux, demandera à ladite maison de lui livrer un certain nombre de ces brochures sur la couverture desquelles il sera fait mention du Bureau de contrôle des installations électriques qu'il dirige.

La Chambre approuve ces dispositions et adresse de vifs remerciements à M. Eug. Sartiaux.

M. Eug. Sartiaux a transmis à la Chambre une proposition de loi sur la coopération ouvrière de production et le contrat de participation aux bénéfices présentée par M. P. Doumer.

Le secrétariat tient cette proposition de loi à la disposition des membres du syndicat qui désireront en prendre connaissance.

— La Commission chargée par l'Association française pour la protection de la propriété industrielle de l'étude de la suppression de la déchéance pour faute d'exploitation et l'organisation de la licence obligatoire, dans laquelle M. Chaussenot, notre ancien secrétaire général, représente le syndicat professionnel des industries électriques, a poursuivi la discussion des propositions à soutenir :

14° Des licences obligatoires pourront être échangées suivant la même procédure, pour les perfectionnements brevetés par des tiers à une invention brevetée.

La demande de licence pour le perfectionneur ne pourra être accueillie qu'un an après la prise du brevet primitif.

15° La Commission estimant que la question si délicate de l'expropriation des brevets pour cause d'utilité publique ne rentre pas dans le programme de ses travaux décide de ne pas en aborder l'étude.

— La Fédération des industriels et commerçants français a adressé à la Chambre une brochure intitulée *la Défense patronale*, rapport introductif à l'étude des mesures à prendre pour faire face au mouvement ouvrier actuel.

Cette brochure est placée dans la bibliothèque du syndicat où nos sociétaires peuvent la consulter.

— *Le Moniteur des Travaux publics* a adressé à la Chambre une brochure intitulée *les Divers modes d'assurances contre les accidents du travail*, qui résume tout ce qui a été écrit sur ce sujet d'actualité.

Le secrétariat tient cette brochure à la disposition des membres du syndicat qui désireront la consulter.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Appareillage.

365 674. — Soc. des garages Kriéger et Brasier. — Captation du courant (26 avril 1906).

365 675. — Soc. des garages Kriéger et Brasier. — Distributeur de courant (26 avril 1906).

365 713. — Bryant. — Trembleur (27 avril 1906).

365 788. — Becker. — Interrupteur électrique (30 av. 1906).

Applications diverses.

365 699. — Soc. des garages Kriéger et Brasier. — Allumage (27 avril 1906).

Canalisations.

365 713. — Bernard et Tollet. — Attache des supports d'isolateurs (27 avril 1906).

Divers.

361 610. — Leclerc et Mabille. — Isolant (5 juill. 1905).

Eclairage et lampes.

365 718, 365 748. — Deutsche Gasglühlicht (Auergesellschaft). — Lampe électrique (27 avril 1906).

365 811. — Bénard. — Lampe à incandescence (1er mai 1906).

365 818. — Blondel. — Electrodes (1er mai 1906).

365 831. — Gallois. — Lampe à arc (2 mai 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

365 838. — Rink. — Décomposition électrolytique de solutions de chlorures alcalins (2 mai 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

Electrothermie.

365 805. — Hartenstein. — Four de fusion électrique (1er mai 1906).

365 839. — Bottomley et Paget. — Four électrique (2 mai 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

365 757. — Von Bronk et Pieper. — Production de courants électriques (30 avril 1906).

365 796. — Allgemeine Elektricitæts. — Machine à courant continu (1er mai 1906).

Moteurs.

365 734. — Meyer. — Dispositif de démarrage des moteurs (28 avril 1906).

365 740. — Sahulka. — Dispositif d'actionnement pour moteurs électriques (28 avril 1906).

365 854. — Cie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Perfect. aux moteurs d'induction (3 mai 1906).

Télégraphie.

365 819, 365 820, 365 821, 365 822. — Batcheller. — Tubes pneumatiques (1er mai 1906).

365 850, 365 851. — Stone. — Télégraphie sans fil (3 mai 1906).

Téléphonie.

363 770. — Roberts. — Téléphonie semi-automatique (30 avril 1906).

365 780. — Kretschmar. — Fixation de désinfectant dans les microphones (30 avril 1906).

Traction.

365 684. — Baudon. — Régulateur (26 avril 1906).

BIBLIOGRAPHIE

La houille verte. Mise en valeur des moyennes et basses chutes d'eau en France, par Henri Bresson. Un volume format 25 × 16,5 cm de XXII-278 pages, avec 126 figures et 1 planche. Prix : Broché 7 fr. 50. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Cet ouvrage, publié sous les auspices du ministre de l'agriculture, est à recommander tout particulièrement à cause de sa grande utilité et du grand profit que pourront en retirer ceux qui le liront et suivront l'exemple donné par M. Bresson. Comme le dit si justement l'auteur, la houille verte, c'est-à-dire l'utilisation des moyennes et basses chutes d'eau si nombreuses en France, est un revenu dont on use et la houille noire est un capital que l'on mange.

Tout le monde connaît aujourd'hui la houille blanche, et l'on sait combien l'utilisation des grandes chutes d'eau en pays de montagne a contribué au progrès de nombres d'industries.

En dehors des régions montagneuses, il existe, dans presque toute la France, quantités de cours d'eau susceptibles d'être aménagés par de petits barrages en vue de produire de l'énergie électrique, et bien que chacun ne présente, en général, qu'une assez faible puissance, leur ensemble ne constitue pas moins un élément de richesse important et dont la mise en valeur est relativement facile.

M. Henri Bresson, après avoir, l'un des premiers dans sa contrée, tiré personnellement parti d'un barrage, longtemps inutilisé, pour la production de la lumière et de la force motrice nécessaire à ses besoins personnels, s'est fait l'ardent propagandiste de l'emploi de l'énergie des cours d'eau de plaine, à laquelle il a donné le nom de houille verte.

Dans l'ouvrage qu'il présente aujourd'hui au public, M. H Bresson montre avec quel empressement l'exemple qu'il a donné a été suivi dans la région normande, voisine de sa propre installation. Toutefois, il ne s'agit pas ici d'une étude purement régionale; la portée de ce livre est plus haute. C'est, avant tout, une œuvre de vulgarisation qui s'adresse principalement aux riverains des cours d'eau et, en particulier, aux nombreux propriétaires des barrages inutilisés. Les exemples remarquables que donne M. H. Bresson devraient suffire pour convaincre ceux qui sont restés jusqu'ici réfractaires au progrès des nombreux avantages qu'ils pourraient aisément retirer de la mise en valeur rationnelle de la source d'énergie gratuite et inépuisable que la nature a mise à leur disposition.

Construction des induits à courant continu, partie mécanique, par E.-J. Brunswick et M. Aliamet. Un volume format 19 × 12 cm, *(de l'Encyclopédie scientifique des aide-mémoire)*, avec figures. Prix : Broché 2 fr. 50. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

Ce volume fait suite à deux autres que les auteurs ont antérieurement consacrés à l'exposé des règles de bobinage et à l'exécution pratique des enroulements d'induits à courant continu.

MM. Brunswick et Aliamet s'occupent, cette fois, de la construction du noyau de l'armature, du croisillon qui supporte ce noyau et du collecteur. Ils commencent par indiquer sommairement l'objet et la forme générale de chacun de ces organes, puis ils passent en revue les matériaux employés pour leur construction.

Ces organes sont ensuite étudiés l'un après l'autre, plus en détail, en appliquant au dimensionnement des diverses pièces le calcul et les données de la résistance des matériaux.

Les auteurs résument les formules y relatives dans un chapitre spécial. A signaler que les notations assez confuses, ordinairement usitées, sont remplacées par d'autres plus en harmonie avec celles familières aux électriciens.

Notons, en terminant, que MM. Brunswick et Aliamet appellent l'attention sur l'application de l'examen métallographique aux aciers et tôles d'induits. Cet examen, disent les auteurs d'après leur expérience personnelle, semblerait devoir renseigner rapidement et avec assez de certitude sur la valeur magnétique de ces matériaux. Les ateliers de construction disposeraient ainsi d'une méthode nouvelle très expéditive pour le classement des produits.

Ce troisième volume, avec les deux premiers, constitue un manuel pratique excellent sous tous les rapports. Les auteurs, ingénieurs distingués, n'ont pas hésité à se mettre à la portée de tous, c'est dire que l'on ne peut que retirer un grand profit des indications précises qu'ils ont publiés.

CHRONIQUE

Omnibus électriques en Italie.

L'*Elektrotechnik und Machinenbau* rapporte que la Société pour la traction électrique de Milan vient d'organiser un service d'omnibus électriques entre la Spezzia et Portovere (Italie), soit sur un parcours de 3,5 km. Sur ce trajet, on rencontre des courbes de 8 m de rayon et des pentes de 6,8 0/0. L'énergie nécessaire, sous forme de courant continu à la tension de 500 volts, est empruntée à deux conducteurs aériens, distants l'un de l'autre de 35 cm et placés à 5,50 m au-dessus du sol. Les deux omnibus mis en marche pèsent chacun 1500 kg, portent 14 voyageurs et sont actionnés par deux moteurs de 4 ch. Le coupleur permet d'obtenir quatre vitesses pour la marche en avant et deux pour la marche en arrière; il permet, en outre, l'application de freins électriques et mécaniques. La vitesse de marche est de 20 à 25 km à l'heure. Chacune des deux voitures fait 20 voyages quotidiens d'aller et retour (140 km) D'autres lignes d'omnibus semblables doivent être prochainement installées à Pavie, à Sienne et à Milan.

G.

Le caoutchouc : production et consommation.

Suivant l'*Elektrotechnik und Machinenbau*, la production annuelle du caoutchouc, pour toute la terre, est évaluée à 57 000 tonnes et, sur ce chiffre, 55 0/0 reviennent à l'Amérique du Sud et à l'Afrique. Quant à la consommation, elle se répartit comme il suit : Etats-Unis, 26 400 tonnes; Allemagne, 12 800 tonnes; Grande-Bretagne, 10 000 tonnes; France, 4130 tonnes; Autriche-Hongrie, 1320 tonnes; Hollande, 1218 tonnes; Belgique, 748 tonnes; Italie, 588 tonnes. Le prix du caoutchouc sur la place de Rio-de-Janeiro, le principal port d'exportation, a toujours suivi, depuis 1902, une progression ascensionnelle; il s'élève actuellement à environ 10 000 fr par 1000 kg. — G.

Société des Agriculteurs de France, 8, rue d'Athènes, Paris.

SECTION DE GÉNIE RURAL

Prix agronomique à décerner en 1907.

Un prix agronomique, consistant en un objet d'art, sera décerné, durant la prochaine session de la Société, en 1907, à l'auteur de l'étude la mieux conçue qui lui sera présentée sur la question de la production, du transport et de la distribution de l'énergie et de la lumière dans les exploitations rurales au moyen de l'électricité.

Ce travail devra viser la création ou l'utilisation d'une usine centrale, mue par une chute d'eau ou un autre moteur quelconque, annexe ou non d'une sucrerie, distillerie ou autre usine déjà existante; cette usine produisant, au besoin, l'électricité nécessaire pour transmettre la force et la lumière dans les exploitations rurales avoisinantes.

Cette étude devra être appuyée sur des exemples tirés d'installations déjà existantes et, autant que possible, elle devra viser une application bien déterminée à créer. Dans ce cas, elle en présentera, dans la mesure du possible, les avantages et les difficultés, elle indiquera les prix d'installation et d'exploitation en les mettant en comparaison avec les dépenses des installations antérieures qu'elle serait destinée à remplacer.

Les mémoires devront être adressés au siège de la Société, au plus tard le 31 décembre 1906.

Conditions des concours de la Société :

1° Les mémoires présentés aux concours doivent être manuscrits ou à l'état d'épreuves.

2° Les auteurs ne doivent pas se faire connaître. Chaque manuscrit doit porter une épigraphe ou devise qui sera répétée sur un pli cacheté joint à l'ouvrage et portant le nom de l'auteur.

3° Le lauréat qui obtient un objet d'art peut choisir entre cet objet et sa valeur en argent.

Dépôt électrique du nickel sur du nickel.

C'est un fait bien connu des praticiens qu'il est impossible de déposer à nouveau du nickel sur une surface préalablement nickelée, sans enlever complètement cette première couche. Il est probable, d'après Bancroft, que ce phénomène de passivité est dû à une légère couche d'oxyde qui reste à la surface du nickel.

A une récente séance de l'American Electrochemical Society, M. Ralph Snowdon décrit une méthode qui permet de vaincre cette difficulté. La surface de nickel à nickeler est polarisée en l'employant comme cathode pendant quelques minutes et alors elle est rapidement placée dans le bain et un dépôt bien adhérent est obtenu sans difficulté.

La solution employée dans le bain dépolarisant est une solution d'acide chlorhydrique à environ 11 0/0 d'acide. On fait passer un courant de 8 ampères par décimètre carré pendant quatre minutes. L'électrode est alors rapidement lavée dans l'eau et placée dans un bain contenant 80 gr de sulfate double de nickel et d'ammonium par litre. Le dépôt est effectué avec une densité de 2 ampères par décimètre carré, sous une tension de 3,8 volts; la température du bain étant maintenue à 18°. — A. B.

La télégraphie sans fil au Canada.

Nous relevons dans l'*Elektrotechniker* les indications suivantes à propos du service de télégraphie sans fil actuellement assuré, au Canada, par les soins de l'Etat. Sur la côte atlantique de ce pays, on rencontre actuellement 13 stations terrestres : 10 grandes et 3 petites. Les frais d'installation des postes construits au début se sont élevés à 10 625 fr par unité; les mêmes frais, pour les postes de construction récente, ne sont plus que de 6250 fr. Les dépenses annuelles d'entretien, pour chaque poste, sont de 4750 fr. On rencontre, en outre, des postes Marconi sur quelques-uns des bâtiments de la marine de l'Etat : chacun de ces derniers a coûté 1950 fr. Grâce à la télégraphie sans fil, tous les points importants du littoral canadien sont aujourd'hui reliés ensemble : on communique, en effet, d'Anticosti avec Belle-Isle, le cap May, le cap Race, Sable Island et Halifax, et enfin on échange des radiogrammes de la baie Feusday jusqu'à Saint-John. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 816 18 Août 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

CALCULATEUR D'ÉLECTRICITÉ

Le calculateur d'électricité (fig. 1), inventé par M. Adrian Baumann de Zurich, est constitué simplement par un compteur d'électricité auquel a été ajouté un mécanisme spécial qui indique, automatiquement et à tout instant, la somme nette due par l'abonné. Ce mécanisme très ingénieux permet d'appliquer jusqu'à sept tarifs différents de prix de vente du kw-heure, suivant l'heure de la journée et même suivant les saisons.

Il est reconnu que la plupart des stations centrales génératrices fonctionnent plus longtemps à pleine charge pendant l'hiver qu'en d'autres saisons où la charge diminue considérablement. Si l'on pouvait marcher à charge normale d'une manière continue, la station pourrait fournir, sans augmentation du matériel générateur, une quantité d'énergie électrique atteignant le double de la production habituelle, et cela avec une légère augmentation des dépenses d'exploitation. Pour arriver à ce résultat, aussi avantageux pour l'exploitant que pour les abonnés, il suffit d'abaisser le prix du kw-heure fourni pendant les heures où la station fonctionne à très faible charge.

Les compteurs à double tarif, en usage jusqu'à présent, ne peuvent point donner une solution complète et satisfaisante du problème de la tarification rationnelle, car les deux tarifs ne visent, d'une part, que l'éclairage de nuit et, d'autre part, que l'utilisation pendant la journée. Or, si l'on examine les courbes journalières de débit d'une station centrale, on constate, en ce qui concerne l'éclairage, que l'hiver amène des périodes de consommation très différentes pour l'éclairage du matin, de la journée, de la soirée et de la nuit; qu'en été, au printemps et à l'automne, la période d'éclairage du matin est nulle ou peu importante. Dans ces conditions, il y aurait avantage à abaisser d'autant plus le prix de vente du kw-heure à certaines heures, que la charge habituelle de la station est plus faible pendant ces périodes de la journée; pour que la station puisse alors atteindre le rendement maximum, il faut, pour amener les abonnés à utiliser de préférence le courant aux heures de faible consommation, établir des tarifs multiples pouvant varier depuis le quart jusqu'au dixième du prix maximum.

C'est pour obtenir pratiquement ce résultat qu'a été établi le calculateur électrique.



Fig. 1. — Calculateur d'électricité.

Comme on le voit sur le schéma (fig. 2), cet instrument se compose d'un compteur d'électricité ordinaire, compteur-moteur à intégration continue, représenté simplement sur le dessin par son disque de frein A et d'un mécanisme spécial qui est le suivant :

Le disque A du compteur actionne, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, une roue B, munie de dents de longueurs différentes, ce qui fait que la roue C est alternativement actionnée ou laissée en repos. La roue C est, en même temps, en relation avec la roue D et, par conséquent, avec l'organe des cadrans. A chaque tour effectué par la roue B, ses dents agissent, en nombre plus ou moins grand, sur la roue C, suivant la position occupée par cette dernière qui est fixée sur un levier F mobile autour du point E. Ce levier F détermine la position de la roue C, parce qu'il appuie sur l'un des trois disques-tarif G qui font un tour complet en 24 heures, en avançant d'un cran à chaque heure; ces disques ont leur pourtour entaillé de manière à modifier, suivant l'heure, la position du levier F et, par suite, celle de la roue C. Dans ces conditions, pour une consommation égale d'énergie, les aiguilles des cadrans, indiquant la dépense en argent, tourneront plus ou moins vite suivant que la roue C occupera une position ou une autre, c'est-à-dire suivant qu'une ou plusieurs dents de la roue de commande B agiront sur elle à chaque tour. Donc, à chaque déplacement du levier F et de la roue C qu'elle porte, un nouveau tarif entre en vigueur.

Il suffit de manœuvrer une vis pour déplacer les disques G par rapport au levier F et obtenir ainsi d'autres tarifs correspondant à chaque saison de l'année. Ces disques G peuvent aussi

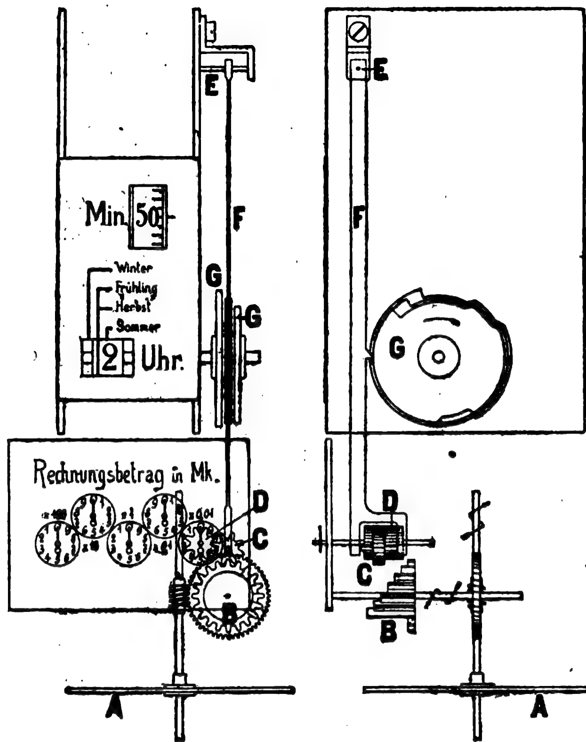


Fig. 2.

être facilement remplacés par d'autres, si un changement de prix rend cette opération nécessaire. Un tambour, portant les chiffres des heures, se déplace en même temps que les disques et l'indication de l'heure, visible dans le guichet ménagé à cet effet, permet de connaître le tarif appliqué à ce moment, puisque toutes les indications nécessaires sont inscrites sur le couvercle de l'instrument.

Le mécanisme qui vient d'être décrit est actionné par une pendule de précision, pouvant marcher quarante jours sans être remontée. La pendule est placée à l'intérieur de la boîte renfermant le calculateur et sur le côté gauche (fig. 3). Sur le côté droit sont pratiquées des ouvertures permettant d'effectuer le déplacement des disques-tarif, le remontage de la pendule et le réglage du tambour des minutes. Le réglage du tambour des heures doit toujours se faire en faisant tourner ce tambour dans le sens avant et jamais en arrière.

Lorsque la pendule vient à s'arrêter, un volet, visible sur les figures 1 et 3, vient recouvrir le guichet dans lequel apparaît le chiffre des heures. En même temps, la liaison entre le compteur et les organes commandant les cadrans est interrompue. Dans ces conditions, la somme à payer qu'ils indiquent au moment de l'arrêt ne se trouve point modifiée.

La figure 4 représente à plus grande échelle le guichet des cadrans indiquant la somme à payer; dans le coin à droite et en haut, on voit une ouverture en forme de segment dans laquelle une aiguille permet de lire le nombre de watts-heure consommés, afin de pouvoir ainsi contrôler le bon fonctionnement de l'instrument. Dans certains modèles de calculateur, ces ouvertures sont au nombre de trois (fig. 5) et les indications fournies servent à connaître le débit total, en kw-heure, de l'énergie consommée pendant un mois entier; de plus une aiguille, disposée au-dessus du tambour des

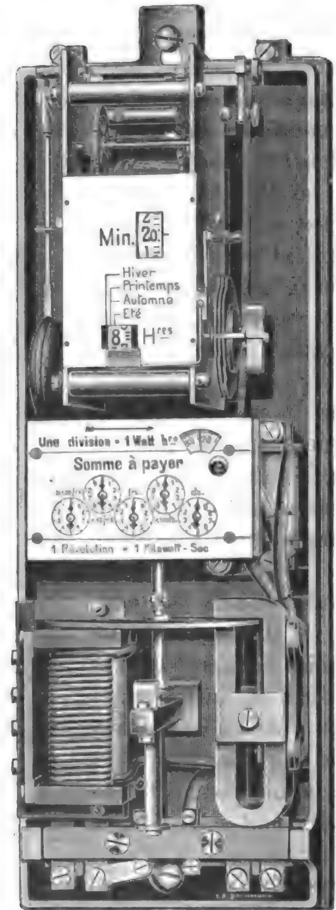


Fig. 3.

minutes indique le tarif appliqué au moment de la lecture.

Chaque calculateur peut fonctionner avec sept tarifs différents, mais ces valeurs ne doivent pas toutefois être choisies au hasard. Il faut, en effet, établir un prix maximum pour le

kw-heure et calculer les autres en vingtième de ce maximum, soit, par exemple 25, 20, 15 et



Fig. 4.

10 0/0 du prix initial. Le tableau suivant indique en francs, les prix d'unité habituellement employés :

Par ex.	0,80	0,60	0,44	0,32	0,24	0,16	0,08
ou	0,80	0,60	0,40	0,32	0,24	0,20	0,12
»	0,60	0,42	0,30	0,24	0,18	0,12	0,06
»	0,60	0,45	0,33	0,24	0,18	0,12	0,06
»	0,60	0,45	0,30	0,24	0,18	0,15	0,09
»	0,50	0,35	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
»	0,40	0,30	0,20	0,16	0,12	0,10	0,06
»	0,40	0,30	0,22	0,16	0,12	0,08	0,04



Fig. 5.

Le calculateur d'électricité évite dans beaucoup de cas l'emploi d'un compteur pour l'éclairage et d'un second compteur pour les autres applications (moteurs, chauffage, etc.). D'autre part, les abonnés connaissent à chaque instant le montant de leur dépense par une simple lecture des cadrans.

Ces instruments se construisent pour courant continu et pour courants alternatifs simples ou triphasés.

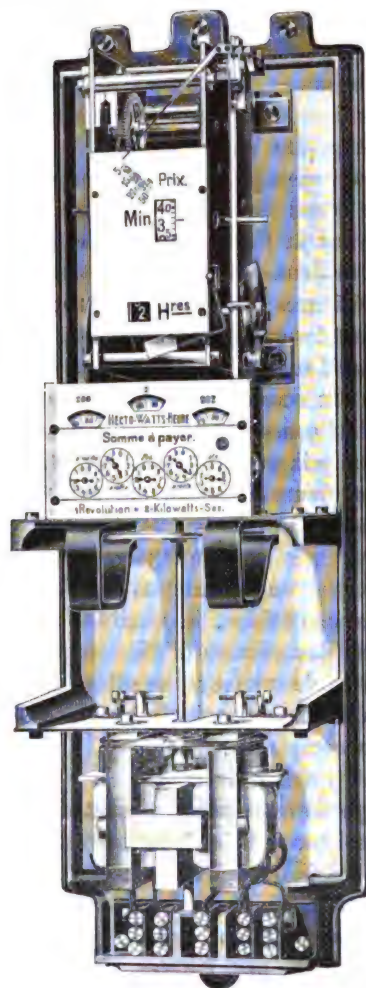


Fig. 6.

La figure 6 représente l'intérieur d'un calculateur avec compteur triphasé.

Il est facile de démontrer les avantages que présente l'emploi de ce nouvel instrument par suite de l'application de tarifs multiples variant suivant les heures d'utilisation du courant.

Lorsqu'une station centrale, ayant établi son tarif unique pour la lumière, se trouve amenée à appliquer un tarif réduit, pour la force motrice par exemple, elle n'a aucune donnée précise lui permettant de se rendre compte si l'augmentation de consommation du courant qui en résulte est suffisante pour couvrir la

perte de gain sur chaque kw-heure payé au tarif primitif. De plus, il est à craindre que les nouveaux abonnés pour force motrice ne contribuent plutôt à augmenter la charge maximum que le total du débit annuel.

En établissant différents prix de vente de l'unité, non plus d'après les applications de l'énergie électrique (éclairage, force motrice, chauffage, etc.), mais bien d'après le moment de la journée où on l'utilise et même aussi d'après la saison, on arrive à répartir la charge de la station sur toute la journée et à réaliser des recettes plus importantes.

Si, par exemple, une station génératrice applique deux tarifs, l'un pour l'éclairage, l'autre pour la force motrice, ce qui entraîne l'emploi de deux compteurs et de deux canalisations intérieures distinctes, elle a tout avantage, en utilisant des calculateurs d'électricité, à appliquer le tarif maximum d'éclairage comme prix de vente du courant pendant les heures de la soirée où la consommation est la plus forte et à réduire ce prix pendant les heures de jour, afin que les moteurs d'usines, qui constituent une charge constante pendant les heures de travail, produisent une recette égale à la moyenne annuelle que l'on obtenait avec le tarif spécial. Dans ces conditions, le montant des recettes provenant des abonnés à l'éclairage et de ceux qui utilisent des moteurs, ne subira aucun changement du fait de la substitution du calculateur aux deux compteurs.

Mais, il y a lieu de considérer que les tarifs réduits que le calculateur permet d'appliquer à certaines heures de jour, ne peuvent qu'attirer de nouveaux abonnés et amener les anciens à utiliser un supplément d'énergie électrique pour certaines applications que le prix normal de l'unité rendait prohibitives. Dans cet ordre d'idées, on peut citer l'emploi de moteurs de faible puissance, d'appareils de chauffage et de cuisine, de lampes dans des caves et certains locaux sombres qui viendront augmenter les recettes de jour.

La plupart des stations génératrices ont une charge si faible pendant certaines heures de jour, qu'en réduisant même de moitié le prix de vente spécial de l'unité pour force motrice, elles pourraient réaliser de nouvelles recettes. Cette diminution du tarif rend possibles de nombreuses applications industrielles ou domestiques, telles que la commande des meules, des pompes, etc., l'alimentation de fours de toute sorte, d'appareils de chauffage et de cuisine, etc. En outre l'éclairage et le chauffage des chambres à coucher pendant la nuit, aux heures de repos, constitueraient une consommation d'énergie supplémentaire pendant environ 3000 heures de repos qu'il y a dans une année et le tarif réduit qui serait alors appliqué permettrait d'obtenir la lumière et le chauffage plus économiquement qu'avec le gaz ou tout autre procédé.

Comme on le voit par ce qui précède, l'emploi du calculateur présente de nombreux avantages et une étude approfondie du système d'exploitation d'une station génératrice permettra certainement d'augmenter les recettes sans augmenter la puissance des machines et cela avec une faible augmentation des frais d'exploitation si l'on emploie des moteurs à vapeur et même sans surcroît de dépenses si la force motrice est hydraulique.

Le calculateur d'électricité a été appliqué avec succès, par l'usine municipale de Lausanne à la satisfaction des abonnés et de l'entreprise.

DE KERMOND.

EMPLOI DES BATTERIES-TAMPON
SUR LES RÉSEAUX A COURANTS POLYPHASÉS

L'*Electrotechnische Zeitschrift* du 29 mars 1906 donne le compte-rendu in-extenso d'une communication de M. L. Schrœder à l'Association des Electriciens allemands, faite dans la séance du 19 décembre 1905, à propos de l'emploi des batteries-tampon sur les réseaux polyphasés.

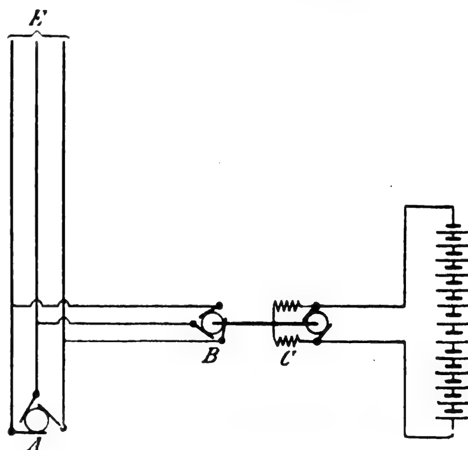


Fig. 1. — Installation avec convertisseur et accumulateurs.

L'importance qu'attachent les stations cen-

trales à régulariser le débit des unités génératrices pour atteindre un maximum d'utilisation

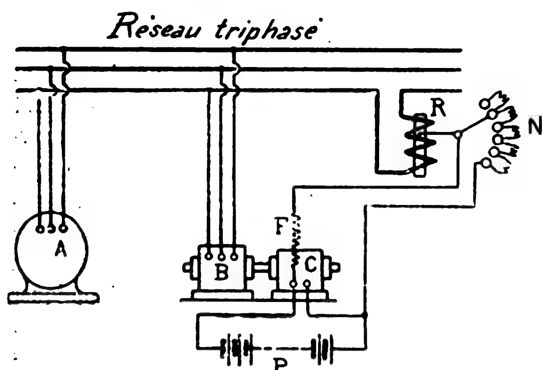


Fig. 2. — Régularisation avec relais agissant sur l'excitation des convertisseurs. (Akkumulatoren Fabrik. A. G.)

ou de rendement du matériel nous a engagé à mettre les lecteurs de l'*Electricien* au courant

glage spécial, la batterie n'intervient que quand la vitesse angulaire de la machine motrice principale et, par suite, du groupe convertisseur vient à fléchir. La dynamo génératrice du groupe convertisseur donne alors une tension inférieure à celle de la batterie qui débite et entraîne le convertisseur. D'autre part, les accumulateurs ne reçoivent du courant que quand la vitesse du convertisseur prend une valeur convenable.

Pour arriver à un meilleur résultat en ce sens, on peut encore employer un autre moyen consistant, comme dans la figure 2, en un relais R agissant automatiquement sur le rhéostat N du champ F du côté continu C du convertisseur.

La société *Akkumulatoren-Fabrik* a fourni à la société Konstantin de Dortmund une batterie-tampon destinée à compenser les à-

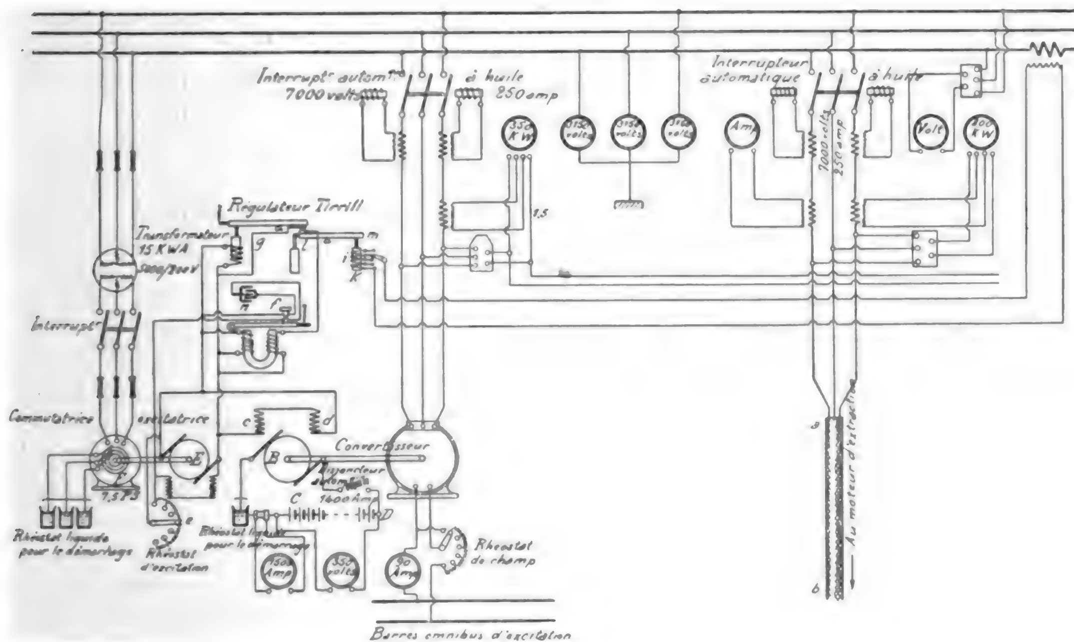


Fig. 3. — Schéma général de l'installation (suivant fig. 2) réalisé par l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

de cet intéressant rapport qui résume fidèlement et simplement l'état de la question.

L'expression de batterie-tampon étant aujourd'hui d'un usage courant, nous dirons par extension qu'une batterie de ce genre *régularise* ou *tamponne* la station génératrice.

Le moyen le plus simple de régulariser un réseau à courants polyphasés par une batterie d'accumulateurs consiste à brancher sur le réseau E, comme l'indique la figure 1, un groupe convertisseur B C dont le secondaire C est relié à une batterie d'accumulateurs.

Si l'on n'a recours à aucun dispositif de ré-

coups produits dans un réseau polyphasé par un siège d'extraction ; cette batterie a été montée suivant le schéma de la fig. 2. Le moteur d'extraction est alimenté par des courants triphasés et démarre à l'aide d'un rhéostat. Au moment du démarrage, il exige 700 chevaux, tandis que la machine motrice n'en développe que 400, la batterie fournissant le surplus. Le relais employé est du système Tirrill : il a été monté par l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft qui a équipé toute l'installation suivant la disposition que montre la figure 3.

La ligne qui alimente le moteur d'extraction

est figurée en $a b$; le convertisseur comporte un moteur à champ tournant A et une dynamo à courant continu B couplée en parallèle avec la batterie C D.

L'enroulement inducteur $c d$ de la machine dynamo B est excité par une machine séparée E entraînée par le moteur polyphasé F.

Le rhéostat d'excitation e de l'excitatrice E est disposé de façon telle que la machine n'est que faiblement excitée; le commutateur f, en dérivation sur le rhéostat, est ouvert et fermé plusieurs centaines de fois par minute par le régulateur Tirrill, ce qui réduit au minimum ou renforce corrélativement l'excitation de E et, par suite, celle de la machine B.

Suivant que la mise en court-circuit du rhéostat de champ dure plus ou moins longtemps, la machine B est plus ou moins excitée, ce qui règle en conséquence la participation convenable des accumulateurs.

La durée du court-circuit f est déterminée par le transformateur h placé dans le circuit d'une des barres omnibus. Ce transformateur agit sur l'électro-aimant i et, suivant que le débit des machines principales est plus ou moins intense, celui-ci attire plus ou moins profondément le noyau de fer k. Cette action a pour effet de déplacer le levier $l m$ d'où la durée variable du contact de court-circuit f; un condensateur n atténue les étincelles susceptibles de se produire. Le régulateur Tirrill est exempt, par là, des difficultés ordinaires inhérentes, en général, aux relais en raison de la production d'étincelles qui encrassent les contacts mobiles et s'opposent au passage des faibles courants intervenant dans leur fonctionnement.

Le régulateur *Entz* a réalisé un important perfectionnement à l'emploi des relais en évitant complètement les étincelles aussi bien à l'ouverture qu'à la fermeture du circuit, ainsi que l'indique la figure 4. Celle-ci se réfère au cas du courant continu, mais il est évident que le régulateur Entz peut s'appliquer tout aussi bien aux courants polyphasés.

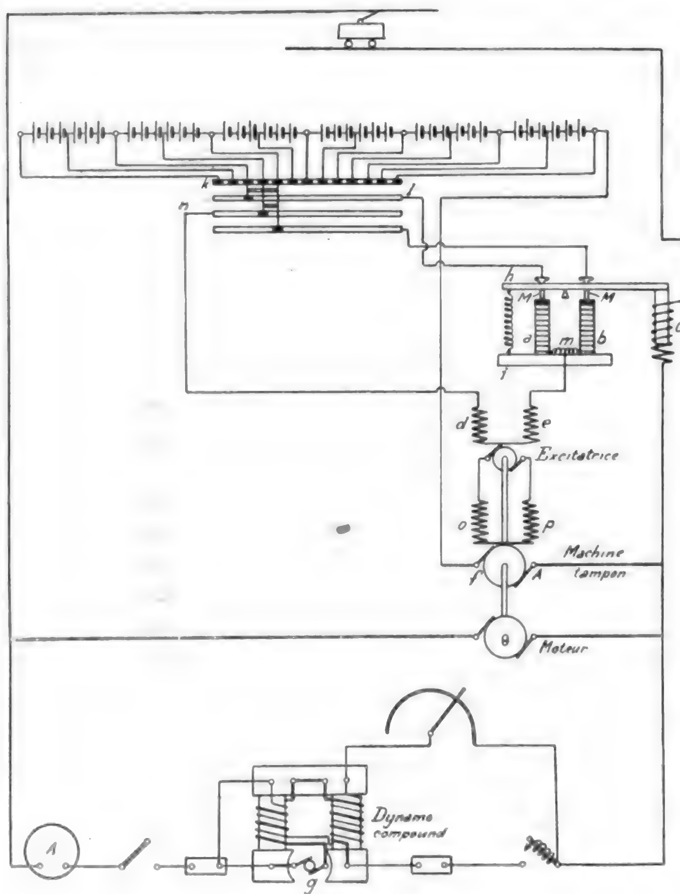


Fig. 4. — Régularisation avec régulateur *Entz*.

La machine-tampon A est excitée par la dynamo B sur laquelle agit le régulateur Entz. Les deux résistances a et b sont constituées par des empilages de pastilles de charbon (1) dont la résistivité varie en sens inverse de la pression exercée sur la colonne.

Un levier MM appuie sur le rhéostat et se trouve sollicité par un ressort hélicoïde hi à l'une de ses extrémités, tandis que l'autre est solidaire d'une armature c plus ou moins attirée vers l'intérieur d'un solénoïde parcouru par le courant principal.

L'enroulement inducteur $d e$ de l'excitatrice est relié d'un côté au point milieu m de la résistance en charbon et, de l'autre, en n au milieu d'une quarantaine des éléments de réglage de la batterie-tampon.

Le montage schématique du rhéostat et des

(1) Ce type de résistance pour rhéostats automatiques de champ a été proposé en France par M. Ferrand, de Rouen, et a même reçu quelques applications; cet appareil était construit en 1892 par la maison Breguet.

éléments est indiqué par la figure 5 dont la disposition est celle d'un pont de Frœhlich : *c* et *d* sont les éléments et *a* et *b*, les résistances. Quand les résistances s'équilibrent, le conducteur *ef* du pont est dépourvu de courant; si la résistance a est affaiblie, un courant circule dans le sens de *e* vers *f*. Si donc l'on place l'enroulement inducteur *de* de l'excitatrice du régulateur Entz dans la branche *ef*, le courant y circulera tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant la résistance des charbons.

Le ressort *hi* de la figure 4 est réglé de sorte que, pour l'intensité moyenne du courant, le levier MM presse sur les deux résistances *a* et *b* en les rendant égales; aucun courant ne circule alors *d e* en et les accumulateurs ne prennent ni reçoivent aucun courant.

Quand l'intensité augmente ou diminue dans le circuit principal, l'armature *c* est plus ou moins attirée et fait varier les résistances de

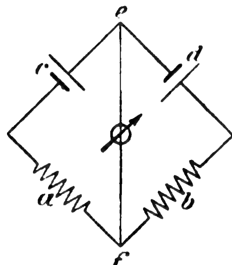


Fig. 5. — Régularisation sans emploi de relais avec machine tampon en série avec la batterie.

charbon, l'une des colonnes étant comprimée et diminuant de résistance et l'autre, desserrée, augmentant au contraire de résistance. Le sens du courant d'excitation de l'excitatrice variant en conséquence, la f. é. m. de la machine-tampon varie en même temps et provoque soit la charge, soit la décharge de la batterie.

Un commutateur *kl* (fig. 4) permet de ne pas toujours prélever les mêmes éléments de la batterie pour l'excitation de l'excitatrice absorbant environ 3 ampères.

Pour des installations plus importantes, le régulateur Entz comporte plusieurs paires de colonnes.

Cet appareil est très employé en Amérique.

La figure 6 représente une disposition supprimant l'emploi de tout relais et pouvant non seulement s'appliquer aux sièges d'extraction, mais dans toutes les circonstances où il peut être intéressant de régulariser un réseau polyphasé.

Le réseau alimenté par la génératrice A comporte un transformateur T en série qui alimente la commutatrice D.

Le courant continu engendré par D varie proportionnellement à celui du réseau et agit en opposition avec le courant d'excitation de l'in-

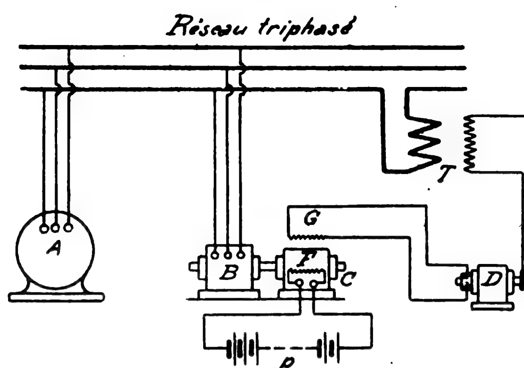


Fig. 6. — Régularisation sans emploi de relais.

ducteur F de la dynamo à courant continu du convertisseur BC.

Quand l'intensité du réseau s'élève, la f. é. m. de C diminue et les accumulateurs se déchargent et augmente lorsque l'intensité du réseau diminue.

La Société Siemens-Schuckert a appliqué ce schéma dans l'une de ses installations à Carlsfund.

La figure 7 montre une modification de ce principe; la commutatrice D agit ici sur une machine-tampon K en série avec la batterie. Le convertisseur BC, la commutatrice D et la machine-tampon K peuvent être montés sur le même arbre; de même, le groupe convertisseur peut être remplacé par une commutatrice.

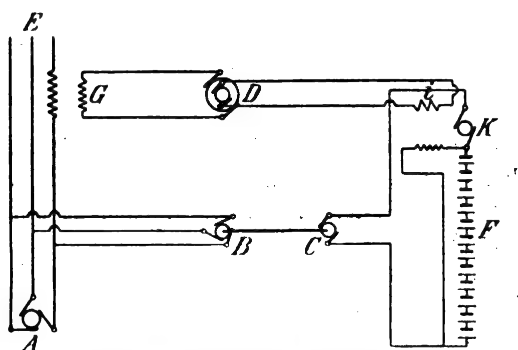


Fig. 7. — Régularisation sans relais avec génératrice à courant continu indépendante.

D'après le schéma (figure 8), l'arbre de la machine motrice M porte, en dehors de l'alternateur B, une machine à courant continu C. Celle-ci est reliée à la batterie et ses inducteurs comportent un enroulement agissant en opposition avec l'excitation principale dérivée sur la bat-

terie; cet enroulement compensateur est alimenté par une commutatrice D dont la f. é. m. est fonction du courant fourni au réseau. Les pertes dans l'ensemble des machines auxiliaires sont plus faibles que dans le cas des figures 6 et 7.

Cette disposition est encore améliorée (fig. 9) en ce sens que la machine à courant continu C de la figure 8 est supprimée. La machine triphasée C actionnée par le moteur M est munie d'un collecteur *a*, constituant ainsi une commutatrice. Le collecteur est relié à la batterie à travers une machine-tampon.

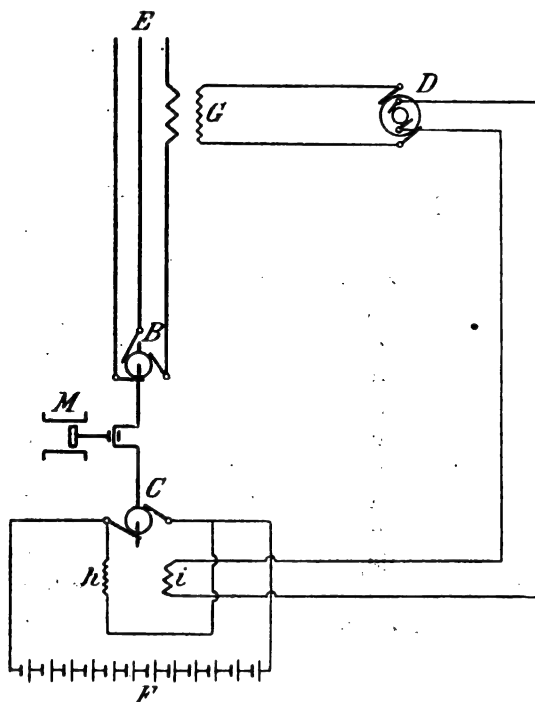


Fig. 8.

On peut compter en général sur un rendement de 85 0/0 pour les accumulateurs, sous réserve d'un choix judicieux de leurs dimensions et de leur régime.

Dans le cas d'installations où les batteries fonctionnent directement en parallèle avec les machines sur le réseau, comme par exemple dans les centrales pour la traction, il n'y a lieu de tenir compte que de la perte dans les accumulateurs. Pour la régularisation des réseaux polyphasés, il faut tenir compte en outre des pertes dans les machines auxiliaires. Avec un convertisseur, il est permis de tabler sur un rendement de 85 0/0, en notant toutefois que cette perte intervient deux fois, c'est-à-dire à la charge et à la décharge.

Le rendement global, y compris celui des accumulateurs, ressort ainsi à

$$0{,}85 . 0{,}85 . 0{,}85 = 0{,}61\ 0/0.$$

Au lieu du convertisseur B C on peut recourir, comme on le voit figure 7, à une commutatrice dont le rendement est voisin de 0,92 ce qui donne pour l'ensemble

$$0{,}92 . 0{,}92 . 0{,}85 = 0{,}72\ 0/0.$$

Ces chiffres de rendement ne s'appliquent toutefois qu'au courant qui traverse l'accumulateur.

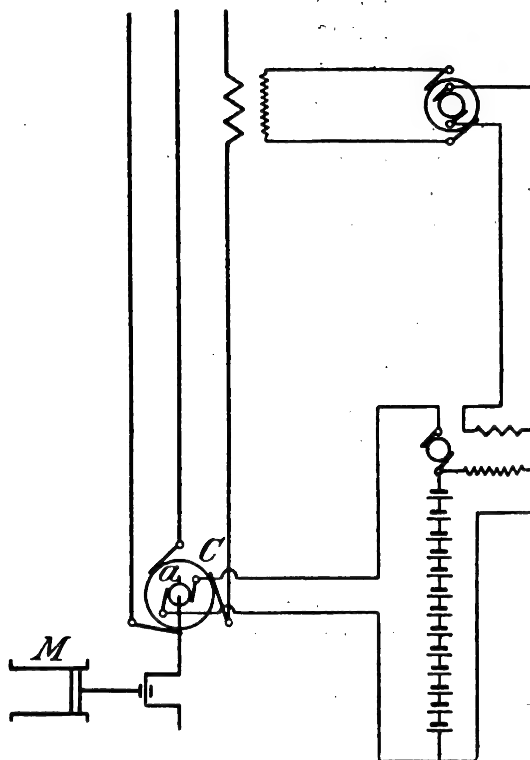


Fig. 9.

Dans la plupart des cas, la machine principale fournit directement la plus grande partie de l'énergie au réseau, ce qui est une bonne condition pour le rendement de l'installation. En effet, si l'intensité de régularisation est relativement grande par rapport au débit moyen de la dynamo principale, la proportion de l'énergie fournie par celle-ci eu égard à l'énergie totale est faible et le nombre de kw-heures fournis par la dynamo principale est d'autant plus réduit.

Pour les sièges d'extraction, l'énergie en kw-heure qui traverse les accumulateurs peut atteindre jusqu'à 50 0/0 de la puissance totale; pour les usines de traction et installations analogues de distribution d'énergie, cette valeur est

d'environ 10 0/0. Si l'on admet, à titre d'exemple, une valeur moyenne de 25 0/0, on obtient un rendement, rapporté à la puissance totale, d'environ 90 0/0 dans le cas d'une régularisation par convertisseur et d'environ 93 0/0 dans le cas d'une régularisation par commutatrice.

Lorsqu'on emploie des commutatrices, il faut toujours travailler avec une machine-tampon et l'on n'opère plus par augmentation de l'excitation, mais en faisant varier la vitesse angulaire du groupe auxiliaire ou la tension des accumulateurs; la machine tampon sert alors à élever la tension des accumulateurs.

La disposition indiquée fig. 8 donne un assez bon rendement car, comme on a déjà pu le remarquer, la machine motrice entraîne immédiatement la dynamo à courant continu, ce qui supprime les pertes inhérentes à l'entraînement de celle-ci par moteur à champ tournant.

Le montage indiqué fig. 9 est, à cet égard, encore plus favorable, car il équivaut, pour la machine-tampon, au couplage en parallèle ordinaire du courant continu.

En règle générale, dans les installations polyphasées existantes qu'il s'agira de régulariser en installant des accumulateurs, lorsqu'on ne pourra obtenir du matériel installé une utilisation suffisante ou lorsqu'on voudra se mettre à l'abri de variations désagréables de la tension, on aura le plus souvent recours à un convertisseur ou à une commutatrice que l'on couplera en parallèle sur l'installation existante afin d'éviter l'augmentation du nombre des machines motrices principales.

Ce n'est que dans le cas où l'extension de l'installation des machines motrices s'impose ou pour des installations complètement nouvelles qu'on pourra recourir au montage des figures 8 et 9 et, par conséquent, lorsque les machines dynamos sont accouplées directement aux machines motrices.

Démarrage des machines d'extraction. — La disposition la plus simple pour le démarrage des machines d'extraction au moyen d'accumulateurs est indiqué par la figure 10.

Le moteur d'extraction est alimenté par courant continu au moyen d'une machine auxiliaire de démarrage dont la tension varie depuis zéro jusqu'une certaine valeur maximum. Il est évident que, par comparaison avec un moteur d'extraction à courants polyphasés démarrant avec résistances, on économise, grâce à ce mode d'emploi du courant continu, les pertes dans les résistances en question. La machine auxiliaire est entraînée par un moteur à courants polyphasés. En outre, sur l'arbre commun à la machine auxiliaire et à son moteur, se trouve une troisième machine A, couplée en parallèle avec une batterie d'accumulateurs.

Si l'on n'emploie aucun autre moyen de réglage, il faut que la vitesse angulaire du groupe auxiliaire s'abaisse ou augmente avant que les accumulateurs participent à l'uniformisation de la puissance, ce qui ne se produit donc que

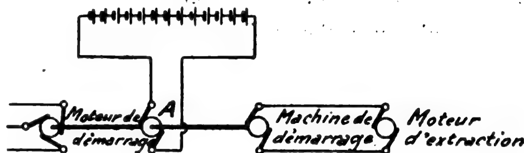


Fig. 10. — Dispositif de démarrage avec machine tampon à excitation différentielle.

suivant la plus ou moins grande intensité prise par le moteur du groupe auxiliaire.

On peut arriver à une intervention plus sensible des accumulateurs en munissant la machine A d'un enroulement de contre-compoundage, mais il vaut encore mieux recourir à un réglage automatique.

On arrive, ainsi, à un résultat satisfaisant en utilisant l'influence du courant du moteur d'extraction sur une machine-tampon.

Le moteur d'extraction exige d'abord un fort courant, mais sous faible tension et la puissance qui lui est fournie, depuis le début du démarrage

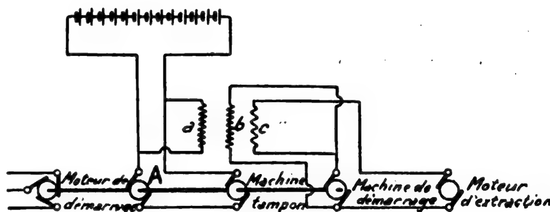


Fig. 11. — Dispositif de démarrage d'une machine d'extraction avec accumulateurs.

jusqu'à un certain moment, est encore assez faible, quoique le mouvement soit commencé.

Les accumulateurs n'interviennent alors que quand la tension est déjà assez élevée pour que la puissance exigée par le moteur d'extraction dépasse la puissance moyenne. Depuis le moment où le moteur reçoit la tension totale jusqu'à celui où il prend sa pleine vitesse, l'intensité absorbée diminue. Comme l'intensité absorbée par le moteur d'extraction n'est pas proportionnelle à la puissance exigée, on ne peut se baser sur ses variations pour agir sur la machine-tampon.

Il en est de même pour la tension considérée isolément. Par suite, on ne peut recourir qu'à une combinaison des effets de variation de la tension et de l'intensité.

Dans ce but on dispose, comme l'indique la figure 11, trois enroulements inducteurs sur la machine-tampon, laquelle est de plus montée sur le même arbre que les machines auxiliaires de démarrage.

Le bobinage inducteur a de la machine tampon est alimenté directement par la batterie d'accumulateurs, l'enroulement *b* monté en dérivation sur l'induit de la machine auxiliaire est plus ou moins excité suivant la tension fournie par celle-ci, enfin l'enroulement *c* est en série avec le moteur d'extraction. Les enroulements *b* et *c* agissent en sens inverse de a et se compensent de façon que, quand le moteur d'extraction exige la puissance moyenne du groupe de démarrage, l'action des enroulements *b* et *c* est équilibrée par celle de a; la machine-tampon et les accumulateurs à ce moment ne débitent pas.

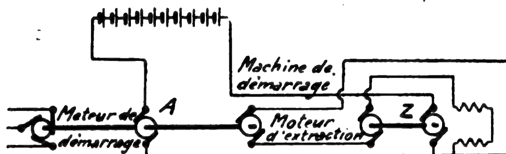


Fig. 12. — Système Siemens-Schuckert.

Lorsque la tension croît, l'action de *b* surpasse celle de a et la tension de la machine auxiliaire agit dans le sens de la décharge des accumulateurs.

La tension de la machine-tampon, en ce sens, est, par suite, maximum au moment où le moteur d'extraction reçoit la pleine tension. Quand l'intensité du moteur d'extraction décroît, l'excitation de la machine-tampon, grâce à l'enroulement *c*, diminue, ce qui modère comme il convient alors l'intensité de décharge des accumulateurs.

On peut encore de la même manière disposer les trois enroulements sur la machine A et supprimer la machine-tampon. L'action opposée des bobines *b* et *c* ne doit pas alors aller jusqu'à l'inversion du courant de A, mais seulement modérer suffisamment la tension de A au départ de la cage pour que les accumulateurs participent à la fourniture de l'énergie.

La société *Siemens-Schuckert* a breveté un système (voir fig. 12), qui constitue encore une meilleure solution du problème.

Une machine spéciale Z est montée sur l'arbre du moteur d'extraction dont les inducteurs sont alimentés par le courant du moteur d'extraction; cette machine Z est, en même temps, couplée en série avec la batterie.

Dès que le moteur d'extraction se met en route, la machine Z développe une tension croissant avec la vitesse du moteur et proportionnelle à l'intensité absorbée par celui-ci. Ce procédé régularise parfaitement l'action de la batterie.

Il faut noter que la machine Z n'est parcourue par aucun courant quand le moteur d'extraction est à l'arrêt et ne peut servir à augmenter la tension de charge de la batterie. La machine A doit donc, contrairement à ce qui se présente avec les autres montages, fournir un excédent de tension sur celle de la batterie au repos, afin que la charge de la batterie puisse se produire, en réalisant la régularisation, dans les pauses qui se présentent entre deux cordées.

La tension de la machine A devra donc s'élever de façon qu'on puisse arriver à la charge complète de la batterie (jusqu'à 2,7 volts par élément).

On peut modifier encore la disposition de la figure 12 en employant la machine Z simplement comme excitatrice d'une machine-tampon montée sur l'arbre de la machine auxiliaire de démarrage, le courant de la machine Z agissant en sens contraire de l'excitation séparée des inducteurs de la machine auxiliaire.

E.-J. Brunswick.

LA « MICACÉMENTINE »

Tous les ingénieurs s'occupant de traction électrique connaissent les difficultés d'entretien des moteurs actionnant les voitures. Par suite des trépidations et des secousses auxquelles sont soumises les voitures et, par conséquent, les moteurs qui les actionnent, le vernis qui recouvre les bobines inductrices de ces derniers se désagrège, les conducteurs de l'enroulement se dénudent et les spires sont mises en court-circuit. Dans ces conditions, les moteurs sont rapidement mis hors de service et nécessitent des réparations coûteuses.

L'emploi de la micacémentine empêche cet accident de se produire dans les moteurs. Il suffit, après enroulement de chaque couche de spires, de passer une couche de vernis isolant spécial et de saupoudrer de micacémentine de manière à remplir les vides existant entre les spires. On enroule ensuite une autre couche et on procède

de la même façon et ainsi de suite. L'enroulement terminé, on vernit la couche extérieure et on la saupoudre de micacémentine. Il suffit alors de faire sécher la bobine à l'étuve pendant 48 heures, en la portant à une température de 80° centigrades environ, pour obtenir le résultat cherché, c'est-à-dire un enroulement indéformable et très solide.

La micacémentine est une matière isolante et incombustible, résistant parfaitement aux chocs et trépidations.

Des essais effectués avec ce produit ont donné d'excellents résultats.

Les expériences ont porté sur deux moteurs Walker de 30 ch avec enroulement de l'induit en tambour. Le régime de fonctionnement de ces moteurs exige un courant de 50 à 100 ampères sous une tension de 350 à 450 volts.

Les inducteurs étaient rapidement mis hors de service par suite des trépidations considérables qu'ils subissaient et de la température élevée (150° centigrades) à laquelle ils étaient soumis. Le service maximum des inducteurs et des induits n'atteignait pas, dans ces conditions, 20 000 km de parcours.

Actuellement, après application de micacémentine, ces mêmes inducteurs ont permis d'effectuer un parcours dépassant 40 000 km et l'on a constaté qu'ils sont devenus complètement indéformables et qu'ils ont conservé la même valeur de résistance d'isolement. A titre d'expérience, on les a porté à une température de 300° et l'on a reconnu que l'enduit n'avait subi aucune déformation et que la micacémentine n'avait été nullement altérée.

Ce nouveau produit est, comme on le voit, appelé à rendre de grands services en évitant de nombreuses et coûteuses réparations (1).

UN PRATICIEN.

FABRICATION
DU MOLYBDÈNE ET DU FERROMOLYBDÈNE
A BASSE TENEUR EN CARBONE

Par Gin (2).

1° Préparation électrolytique. — Le chlorure double de molybdène et de sodium fondu s'électrolyse facilement et permet d'obtenir du molybdène exempt de carbone.

On sait que le chlorure $MoCl^5$ fond à 194° C, qu'il entre en ébullition vers 270° C, et que son avidité pour l'eau le rend très difficilement maniable. Au contraire, le chlorure double de molybdène et de sodium est stable, peu hygrométrique; son point de fusion est supérieur à 300° et il n'émet pas de vapeurs sensibles en dessous du rouge.

Pour préparer le chlorure double de molybdène et de sodium, on introduit, à l'une des extrémités d'un moufle incliné en terre réfractaire siliceuse, des morceaux de sel marin et à l'autre extrémité du carbure de molybdène ou une fonte de molybdène assez carburée pour être facilement granulée. On chauffe jusqu'au rouge sombre et l'on fait passer un courant de chlore qui attaque rapidement le molybdène. La vapeur de chlorure de molybdène réagit à son tour sur le chlorure de sodium qui se colore en brun rougeâtre et se liquéfie rapidement. Le chlorure double s'écoule alors dans un réservoir en fonte émaillée clos et refroidi par une circulation d'eau.

2° Electrolyse du chlorure double. — L'électrolyse peut s'effectuer dans un four dont les dispositions sont analogues à celles que j'ai décrites en 1902 pour la fabrication du vanadium.

Des plaques de molybdène carburé forment les anodes.

Pendant l'électrolyse, le chlore dégagé aux anodes attaque celles-ci et forme du chlorure de molybdène qui se dissout dans le bain, de telle sorte que chaque molécule dissociée est remplacée immédiatement par une molécule semblable formée aux dépens du métal des anodes. Dans ces conditions, la tension aux bornes de l'électrolyseur ne dépasse pas 7 à 8 volts pour une densité de courant de 0,8 ampère par centimètre carré de surface active des anodes.

La cathode est constituée par un bain de plomb contenu dans une cuvette en sulfure de molybdène pur aggloméré avec du goudron de houille.

Ce sulfure est pratiquement infusible dans les conditions de l'opération et il conduit suffisamment l'électricité pour amener le courant dans le bain de plomb.

Le molybdène mis en liberté se dissout dans le plomb et l'on peut couler tant que l'alliage ne contient pas plus de 18 0/0 de molybdène.

Les deux métaux ne paraissent avoir, du reste, qu'une médiocre affinité l'un pour l'autre et on les sépare facilement en chauffant la masse

(1) La micacémentine est préparée et vendue par l'Electro matériel, 10, rue Bérenger à Paris.

(2) Communication faite au VI° Congrès international de chimie appliquée à Rome.

au four électrique sous un bain d'alumine pure. Le plomb distille et il reste du molybdène pur que l'on peut couler aisément en lingots, en prenant toutefois quelques précautions pour ne brûler à l'air que la moindre quantité possible de métal.

La production d'un kilogramme de molybdène pur exige environ 11 kw-heure pour l'opération électrolytique.

3° **Préparation par réaction du siliciure sur l'oxyde.** — On peut également employer le procédé général que j'ai appliqué pour le chrome, le manganèse, le nickel, etc., consistant à faire réagir le siliciure du métal à obtenir sur un composé oxydé du même métal et opérant en présence de la chaux pour scorifier la silice.

Pour préparer le siliciure, on réduit au four électrique le bioxyde de molybdène en présence d'un excès de silice et d'une proportion convenable de carbone. La préparation ne présente pas plus de difficultés techniques que celle du ferrosilicium.

La réaction s'écrit :



$$2\ MoO^2 + 3\ SiO^2 + 10\ C = Si^3Mo^2 + 10\ CO$$

La fusion oxydante s'effectue aisément dans mon four-canal à induction. Lorsque le siliciure est fondu, on projette sur le bain un mélange de bioxyde de molybdène et de chaux qui fond rapidement en attaquant vivement le siliciure suivant la réaction :



$$Si^3Mo^2 + 3\ MoO^2 + 3\ CaO = Mo^5 + 3\ SiO^3Ca$$

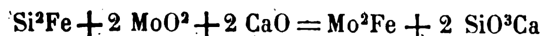
Le four à induction doit être muni d'un dispositif permettant de faire varier du simple au double le nombre des ampères-tours primaires, car la résistance du secondaire varie beaucoup pendant l'opération.

En effet, alors que la résistivité du molybdène pur fondu est comprise entre 250 et 260 microhms-centimètre, celle du siliciure fondu est au moins deux fois plus considérable.

4° **Préparation du ferromolybdène.** — La fabrication du ferromolybdène est plus facile que la précédente, car elle n'exige d'autres matières premières que le ferrosilicium à 50 0/0 et le bioxyde de molybdène.

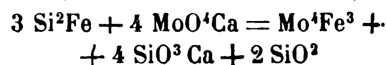
Dans mon four-canal à induction, on prépare un bain de ferrosilicium et on projette à sa surface le bioxyde de molybdène mélangé de chaux ou du molybdate de calcium.

La réaction est la suivante :



$$Si^2Fe + 2\ MoO^2 + 2\ CaO = Mo^2Fe + 2\ SiO^3Ca$$

ou bien avec le molybdate de calcium,



$$3\ Si^2Fe + 4\ MoO^4Ca = Mo^4Fe^3 + 4\ SiO^3Ca + 2\ SiO^2$$

Dans le premier cas, on obtient du ferromolybdène à 75/80 0/0 de Mo et dans le second cas un alliage à 65/70 0/0.

On peut préparer de la même façon les alliages de chrome-molybdène et chrome-molybdène-tungstène, utilisables pour la fabrication des aciers rapides.

BIBLIOGRAPHIE

Traité de physique, par O.-D. CHWOLSON. Traduit sur les éditions russe et allemande, par E. DAVAUX, ingénieur de la marine. Edition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de notes sur la physique théorique, par E. COSSERAT, professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Toulouse, et F. COSSERAT, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Tome I, second fascicule : *L'état gazeux des corps.* Un vol., format 25 × 16,5 cm, p. 409 à 560, avec 60 fig. Prix : 6 francs (Paris, librairie A Hermann).

Nous avons déjà rendu compte dans l'*Electricien* (t. XXXI, p. 46, 1906) de la publication du premier fascicule du t. Ier de ce remarquable traité de physique et la lecture du 2e fascicule ne fait que confirmer notre opinion au sujet de cet important ouvrage qui promet d'être le plus complet de tous ceux publiés jusqu'à ce jour.

La quatrième partie du premier volume qui constitue ce fascicule est consacrée à l'état gazeux des corps et se divise en six chapitres traitant respectivement de la densité des gaz; de la tension des gaz; des baromètres, manomètres et machines pneumatiques; de l'étude des corps à l'état gazeux en contact avec des corps à l'état gazeux, liquide ou solide; des principes de la théorie cinétique des gaz; enfin du mouvement des gaz et de leur dissociation.

Comme dans les fascicules déjà publiés, chaque chapitre est complété par une bibliographie donnant la liste des ouvrages et mémoires à consulter.

Tome II, second fascicule : — *L'indice de réfraction. Dispersion et transformation de l'énergie rayonnante.* Un vol., 25 × 16,5 cm, p. 203 à 432 avec 157 fig. Prix : 10 francs (Paris, librairie A. Hermann).

Le deuxième fascicule du tome II est la suite de la partie consacrée à l'optique. Après avoir étudié, dans le premier fascicule, l'émission et l'absorption de l'énergie rayonnante, la vitesse de propagation, la réflexion et la réfraction, l'auteur continue l'étude de l'énergie rayonnante.

Les chapitres VI, VII et VIII, qui terminent la huitième partie, traitent respectivement de l'indice de réfraction,

de la dispersion de l'énergie rayonnante et des transformations de cette même énergie.

Le chapitre VII constitue un véritable traité de spectrocospie, complété par une note sur les méthodes modernes d'observation en analyse spectrale par M. A. de Gramont.

Nous sommes heureux de pouvoir renouveler à l'éditeur les éloges que nous lui avons déjà adressé relativement à la bonne exécution matérielle de cet ouvrage qui sera certainement apprécié avec la faveur qu'il mérite.

J.-A. Montpellier.

La réglementation du travail dans l'industrie, par L. Grillet, inspecteur du travail. Un volume format 19 × 12 (*de l'Encyclopédie des aide-mémoire*). Prix : Broché 2 fr. 50. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

Ce volume est le deuxième d'une série dans laquelle l'auteur s'est proposé d'étudier, en se plaçant exclusivement au point de vue industriel, la législation ouvrière française.

Dans un premier volume : *la législation des accidents du travail*, il avait exposé la législation et fixé la jurisprudence en matière de responsabilité des accidents survenus aux ouvriers de l'industrie. Dans le présent ouvrage, il étudie, spécialement pour les chefs d'entreprise, les conditions du travail dans les établissements industriels. Cette tâche ardue, l'auteur non seulement l'a menée à bonne fin, mais il a réussi par des considérations très personnelles sur ces délicates questions, à composer une œuvre aussi attrayante qu'intéressante.

Laissant de côté les questions d'hygiène et de sécurité du travail qui feront l'objet d'une étude approfondie dans les deux autres volumes qui compléteront cette série, l'auteur, après avoir très clairement exposé ce qu'il faut entendre par industrie, par etablissements industriels, passe en revue les prescriptions diverses relatives à l'admission au travail, à la durée du travail, au travail de nuit et au repos hebdomadaire, aux tolérances et aux dérogations, au contrôle de l'inspection, etc.

Une analyse, même succincte, de cet ouvrage, nous entraînerait trop loin. Néanmoins, il est deux points sur lesquels nous appelons tout particulièrement l'attention de nos lecteurs.

Au sujet de la durée du travail, M. Grillet établit, dans une étude théorique et pratique de la journée de dix heures, quelle est l'influence de la réduction de la durée du travail journalier sur le rendement industriel et fixe expérimentalement, et non *a priori*, quelle est, pour la grande majorité des industries, la limite maximum de la durée de la journée pour laquelle le rendement journalier est le plus élevé, celle, par suite, pour laquelle le travail de l'ouvrier peut être le plus intensif. Nous aurons montré toute l'importance de cette étude lorsque nous aurons dit qu'elle a été honorée d'une médaille de bronze à l'Exposition de Saint-Louis (26 S. A 1904) et que ses conclusions ont été adoptées par plusieurs syndicats patronaux très importants.

Un deuxième point intéressant est le chapitre consacré aux tolérances et aux dérogations. Les lois de 1848, 1892 et 1900, qui règlent la durée du travail dans l'industrie, et les décrets de 1893 et 1902 donnent le droit aux chefs d'entreprise de prolonger temporairement la durée de la journée dans certains cas, afin de leur permettre d'effectuer des travaux indispensables, urgents ou pressés. Or, beaucoup d'industriels ignorent ou connaissent mal ces dispositions qui ont eu pour but de donner plus de souplesse à l'industrie. Par exemple, dans l'imprimerie, la grande majorité des patrons n'a qu'une connaissance imparfaite des prescriptions qui les autorisent à prolonger dans certaines conditions jusqu'à quatorze heures par jour la durée du travail. La lecture de ce chapitre rendra donc aux chefs d'industrie les plus grands services.

Fortschritte der Elektrotechnik. (*Progrès de l'électrotechnique*), 19e année, 1905, 3e fascicule, par le Dr Karl Strecker. Un volume format 24 × 16,5 cm, pages 509-780. Prix : 7 mark. (Berlin, Julius Springer, éditeur.)

Nous signalons à nos lecteurs la publication de ce nouveau fascicule de l'année 1905 en leur rappelant que ce document est indispensable à ceux qui ont à s'occuper des applications de l'électricité. C'est le seul répertoire complet de tout ce qui est publié à ce sujet.

Prédétermination de la courbe d'aimantation ou d'Hopkinson d'une machine dynamo, par A. Spilberg, ingénieur. (Extrait de la *Revue universelle des mines, de la métallurgie, des travaux publics, des sciences et des arts appliqués à l'industrie.)* Brochure, format 24 × 16 cm de 40 pages avec planches.

Cette étude très complète et des plus intéressante sera d'un grand secours à tous les constructeurs et ingénieurs s'occupant d'établir des projets de dynamos à courant continu. Ils y trouveront tous les détails utiles ainsi que des exemples d'application.

Les tremblements de terre. *Leur origine électrique possible. Les tremblements de terre au Pérou*, par Emile Guarini, professeur de physique et d'électricité à l'Ecole d'arts et métiers de Lima. Une brochure, format 24 × 16 cm, de 26 pages. Prix : 2 fr (Paris, librairie H. Dunod et E. Pinat).

Dans cette brochure, l'auteur rappelle les plus importantes perturbations sismiques du globe, réunit et discute les observations et les phénomènes qui précèdent ou suivent les tremblements de terre, expose les diverses théories émises pour expliquer l'origine de ces phénomènes.

M. Guarini conclut que l'hypothèse électrique permet seule d'expliquer que la côte du Pérou soit plus ravagée que beaucoup d'autres régions.

La théorie électrique s'accorde en outre avec tous les phénomènes constatés. Si le tremblement de terre était toujours d'origine électrique, il serait peut-être possible de l'éviter. On lira avec intérêt la thèse de M. Guarini, qui ne manque ni d'originalité, ni d'actualité.

L'équilibre des fils électriques. *Conditions de pose*, par Auguste Pillonel, chef de téléphonie à l'Administration des télégraphes suisses. Bro-

chure format 34 × 25 cm, de 29 pages avec 21 fig. Prix : 2 fr (Zurich, imprimerie Fritz Amberger).

L'auteur étudie dans ce travail la solution des deux problèmes principaux que soulève la construction d'une ligne électrique et qui sont la détermination des forces (surcharges et tensions) agissant sur le fil et le calcul des sections des différentes parties de la ligne pour pouvoir résister à ces forces, de manière à obtenir la sécurité et la stabilité dans les conditions usuelles les plus défavorables.

M. Pillonel a divisé cette étude en dix parties traitant respectivement des sujets suivants :

I. Courbe dessinée par le fil. Considérations tirées de la statique graphique;

II. Equation de la chaînette;

III. Substitution de la parabole à la chaînette;

IV. Eléments et propriétés de la chaînette;

V. Elasticité du conducteur;

VI. Surcharges du fil;

VII. Action de la température;

VIII. Tension de pose;

IX. Contacts des fils;

X. Considérations finales.

Cette étude très intéressante contient certaines idées nouvelles qui pourraient donner lieu à des expériences pratiques qui seraient de nature à renseigner exactement sur les surcharges limites que peuvent supporter les conducteurs.

Les piles sèches et leurs applications. *Lumière de poche. Applications à l'automobile et à l'allumage des moteurs à explosion*, par A. Berthier, ingénieur. 2e édition revue et augmentée. Un vol., format 19 × 13 cm avec 47 fig. Prix : 1,75 fr (Paris, H. Desforges, éditeur).

Dans cet ouvrage l'auteur décrit les principaux types usuels de piles à liquide immobilisé qu'il classe en deux catégories, les piles à liquide excitateur salin et les piles à liquide excitateur alcalin. Ces descriptions sont suivies de celles de certains dispositifs particuliers. Un chapitre spécial indique les diverses applications que ces piles sont susceptibles de recevoir.

Rapport sur la marche en parallèle des alternateurs, par M. P. Boucherot. Un vol., format 23 × 15,5 cm, de 96 pages avec 31 fig. (Extrait des publications du congrès international des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquées tenu à Liège en 1905).

C'est en qualité de délégué de la Société internationale des Electriciens que M. Boucherot a fait ce remarquable rapport. Nul n'était mieux qualifié que lui pour traiter cette importante question et le travail que nous avons sous les yeux confirme pleinement notre opinion.

L'auteur a laissé de côté dans ce mémoire le cas des alternateurs commandés par courroies pour n'envisager que celui des alternateurs commandés directement par un moteur quelconque.

Les quatre chapitres du mémoire traitent respectivement des propriétés des alternateurs couplés en parallèle, des perturbations non périodiques, des oscillations forcées et des oscillations dues au régulateur de vitesse.

Nous sommes certains que ce mémoire sera lu avec intérêt par tous les ingénieurs et électriciens ayant à s'occuper du couplage en parallèle des alternateurs; ils y trouveront des renseignements exacts de la plus grande utilité.

CHRONIQUE

La houille blanche en Suisse.

Dans une étude d'ensemble sur les disponibilités du territoire helvétique en houille blanche, la revue italienne *Monitore delle strade ferrate* donne les chiffres suivants :

Il existe aujourd'hui en Suisse 296 stations hydraulico-électriques dont la puissance varie entre 5 1/2 et 12 000 ch et qui débitent, au total, 175 000 ch. Ce dernier chiffre représente une économie de 15 000 tonnes de charbon pour une journée de travail de dix heures, soit 60 000 fr par jour. Et pourtant la Suisse est encore bien loin d'avoir mis en valeur toutes ses ressources hydrauliques. En effet, en ce moment même, on songe à utiliser encore 30 000 ch du lac des Quatre-Cantons et tout autant du lac de Zurich. Les ingénieurs suisses estiment qu'on peut faire facilement produire aux nappes et cours d'eau de leur pays une quantité de 1 million de ch d'énergie électrique, en effectuant des travaux d'installation dont le prix de revient s'élèverait de 3750 à 8125 fr par cheval. Le prix annuel de revient du cheval hydraulique oscille entre 50 et 100 fr; on peut l'évaluer, en moyenne, à 75 fr. D'autre part, le cheval-vapeur revient à 262,5 fr par an, en sorte que la substitution de la houille blanche au charbon comporte une économie de 200 fr par cheval. — G.

L'énergie hydraulique du lac de Constance.

On trouve dans la *Schweizerische Bauzeitung*, sous la signature de M. Rodolphe Gelbke, ingénieur, l'exposé en détail d'un projet dont la réalisation ferait, du lac de Constance, le plus important réservoir hydraulique de l'Europe. M. Gelbke constate que, sur ce lac, la différence de niveau entre l'étiage et l'eau moyenne des crues est de 1,8 m. Comme il s'agit d'une superficie de 590 km², on pourrait, uniquement par une régularisation de l'écoulement que donnerait un batardeau construit dans le voisinage de Hemmishofer, emmagasiner 1 milliard de m³ de liquide.

Aux périodes d'un afflux d'eau supérieur à l'ordinaire (200 m³ à la seconde), on remplirait le lac et la puissance hydraulique du Rhin se trouverait ainsi augmentée de 90 000 ch environ. Les conséquences avantageuses de la mise en valeur des eaux du lac seraient incalculables; en effet, sans parler de l'utilisation de l'énergie électrique ainsi obtenue, on supprimerait une grande partie des ravages actuellement occasionnés par les inondations, l'on pourrait régulariser le régime de la navigation, etc. La réalisation d'un pareil travail

n'est pas impossible; elle entraînerait une dépense de 4 à 6 millions de fr. — G.

L'électricité en Corée.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* rapporte qu'un réseau électrique d'éclairage a été récemment construit à Tchemulpo, la place commerciale la plus importante de la côte Ouest coréenne, et que l'installation, la fourniture du matériel ont été confiées à l'industrie allemande. La station centrale, dont l'outillage sort des ateliers de la maison Siemens-Schuckert, comporte deux machines à vapeur, chacune de 175 ch, montées en tandem et actionnant deux dynamos à courant continu, chacune de 100 kw. Dans la chaufferie attenante, on trouve deux chaudières, également d'origine allemande, qui sont pourvues de surchauffeurs élevant la température de la vapeur à 300° C. Le fonctionnement de cette installation donne toute satisfaction. — G.

Une installation hydraulico-électrique à Bombay.

S'attachant à signaler toujours de nouveaux débouchés aux constructeurs électriciens allemands, pour l'écoulement de leurs produits, l'*Elektrotechnische Anzeiger* annonce la formation à Bombay (Inde), d'une nouvelle entreprise qui a pris le nom de « Bombay Hydro-Electric Syndicate ». Cette entreprise se propose de recueillir les eaux de pluie qui tombent, durant les saisons de la mousson, sur les hauteurs voisines du Ghat et d'amener ces eaux à Bombay pour en tirer de l'énergie électrique. Des études, faites durant l'hiver dernier, auraient démontré le caractère pratique de ce projet. On doit commencer les travaux de la nouvelle installation au cours de l'automne de 1906 et les mener à bonne fin en trois années. L'installation en question, si elle est réalisée, rendra de grands services à Bombay et particulièrement aux 79 filatures de coton de cette ville, lesquelles ont besoin d'une puissance d'au moins 60 000 ch pour actionner leurs machines et qui, en utilisant de l'énergie électrique, économiseraient au moins 20 0/0 sur leurs dépenses actuelles de force motrice. — G.

Un train électrique avec moteur à essence.

La revue allemande *Elektrische Bahnen* rapporte que la maison Frese et Cie, de Saint-Pétersbourg, vient de construire un train électrique employant l'essence de pétrole comme combustible et elle donne, à ce sujet, les détails ci-après : le train se compose de six voitures, chacune mesurant 4,5 m de longueur sur 2 m de largeur, montées sur deux bogies; les roues, disposées pour rouler sur des rails distants l'un de l'autre de 0,75 m, ont un diamètre de 0,30 m; pour chaque voiture, le poids mort est de 700 kg et la charge admissible de 1700 kg. Ces voitures sont remorquées par une locomotive qui constitue une petite usine électrique. La locomotive précitée porte un moteur à essence à quatre temps, d'une puissance de 35 ch, à la vitesse angulaire de 800 t : m, qui actionne une dynamo débitant un courant de 142 ampères sous 120 volts. De cette dynamo partent les fils se rendant à la cabine du conducteur, dans laquelle se trouvent réunis tous les appareils de commutation, de sûreté et de réglage. Le poids total de la locomotive est de 3000 kg (soit 150 kg par kilowatt utile), dont 330 kg pour le moteur à essence et 739 kg pour la dynamo. Chaque voiture, ainsi que la locomotive, est munie de deux moteurs électriques qui, au moyen de roues d'engrenages (80 : 16), actionnent les roues. Chacun de ces moteurs pèse 50 kg et fait 1000 tours par minute; ils sont alimentés sous une tension de 60 volts. Les moteurs électriques sont toujours montés, deux par deux, en série; en outre, trois groupes de chaque paire de moteurs en série des trois premières voitures peuvent être montés en parallèle avec trois groupes de moteurs des trois dernières voitures. Le couplage des moteurs s'effectue, de la manière ordinaire, au moyen d'un coupleur. — G.

L'antenne humaine en radiotélégraphie.

En rappelant une découverte faite par M. le professeur Tommasini, à savoir que le corps humain peut rendre, comme antenne, d'excellents services dans la télégraphie sans fil, l'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* rapporte que M. le professeur Ovington, de Boston, a élaboré un dispositif de radiotélégraphie dans lequel il utilise la découverte ci-dessus. Comme le corps humain est moins bon conducteur que les fils métalliques, M. Ovington a sensiblement élevé la tension des ondes électriques dont il fait usage. Dans sa station d'essai, il emploie des courants d'une tension s'élevant jusqu'à 50 000 volts et il fait passer ces courants au travers du corps d'un homme. L'outillage nécessaire est logé dans une armoire portative, sur le panneau antérieur de laquelle se trouve installé un manipulateur. En actionnant ce manipulateur, on forme des signaux Morse. Un homme, monté sur une échelle, un mur, une chaise, etc., tient dans une de ses mains, élevée en l'air, le fil transmetteur. C'est cette main qui sert d'antenne. Des extrémités des doigts de la main en question, les ondes transmettrices se propagent dans l'air. La distance au travers de laquelle M. Ovington est ainsi parvenu à communiquer, atteint 48 km. De son côté, M. Emile Guarini aurait réussi, en faisant également intervenir un corps humain comme antenne, à communiquer à une distance de plus de 80 km. Le procédé de M. Ovington rendra sans doute possibles les transmissions radiotélégraphiques, même dans le cas où l'apport d'antennes spéciales ou de ballons sur les lieux occasionnerait des difficultés insurmontables. G.

Explosions de gaz dans les boîtes de jonction téléphoniques.

Il y a déjà plusieurs années, pendant qu'un ouvrier du General Post Office anglais était occupé à réparer une boîte de jonction de conducteurs téléphoniques dans Regent Street, à Londres, la flamme de sa lampe à souder vint à mettre le feu au gaz qui fuyait des canalisations de la Compagnie et qui s'était condensé dans ladite boîte de jonction. Il en résulta, ce qui d'ailleurs est arrivé dans une foule de cas semblables lorsque le gaz s'accumule dans des espaces clos, des séries d'explosions en différents points de Regent Street qui firent sauter dans diverses directions les couvercles des boîtes, blessèrent des passants et provoquèrent des dommages matériels considérables. La question qui en dérive et qui est relative aux indemnités à payer a donné lieu à bon nombre de controverses tant juridi-

ques que techniques. Dans ce cas particulier, est-ce le Post Office qui doit être déclaré responsable parce que son ouvrier avait provoqué l'explosion par la flamme de sa lampe ou bien la Compagnie du gaz à cause des fuites existant et du gaz venant se condenser dans la boîte de jonction, si l'on admet toutefois la nécessité d'un ouvrier muni d'une lampe à feu nu? Les regards des canalisations d'éclairage public ont des couvercles à ventilation car des explosions précédentes ont démontré la nécessité de cette mesure, mais, dans le cas des boîtes téléphoniques, il n'y a aucune ventilation. Une action fut intentée contre la Compagnie du gaz par deux blessés; cette Compagnie repoussa toute responsabilité et la rejeta sur le Post Office comme ayant seul provoqué l'explosion en allumant le gaz; elle était d'accord quant au montant de l'indemnité réclamée dans le cas où la Cour l'aurait déclarée responsable du dommage causé. La décision a été défavorable à la Compagnie qui porta la question devant la Cour d'appel. Mais jusqu'ici elle n'a pu obtenir gain de cause, car les juges ont déclaré que, bien qu'il y ait eu négligence de la part des employés du gaz et du Post. Office tout à la fois, la principale faute doit être attribuée à la Compagnie du gaz qui est responsable des fuites se produisant ainsi. La question sera-t-elle portée devant la Chambre des lords? En tout cas, tout le monde sait qu'il existe et existera toujours de nombreuses fuites de gaz sous les rues de Londres et qu'il n'est guère possible aux Compagnies de les éviter aux joints des canalisations à cause de la pression qui s'y exerce constamment. La détermination des responsabilités est donc une matière importante quand aux Compagnies du gaz et aux Sociétés d'entreprise d'électricité qui se trouvent à avoir à établir des canalisations de gaz, des boîtes de jonction, des conduites et des regards. — A.-H. B.

-∞-

La lumière électrique à bon marché.

A propos d'une nouvelle lampe électrique qu'elle vient de lancer sur le marché, la société « Allgemeine Elektrizitæts » de Berlin fait connaître que cette lampe, construite en quartz pur, représente un perfectionnement sur celles à vapeur de mercure déjà connues. Elle fonctionnerait en effet à peu de frais; on pourrait la construire pour toutes les tensions usuelles jusqu'à 500 volts; de plus, elle n'exigerait qu'un entretien insignifiant et enfin elle pourrait se monter isolément en un endroit quelconque. La nouvelle lampe pourrait se substituer avantageusement, dans beaucoup de cas, à la lampe à arc. Le brevet dont elle a fait l'objet est exploité, en Europe, par une entreprise de création récente, la société des lampes en quartz de Berlin, société dans laquelle l' « Allgemeine Elektrizitæts » et la maison W.-C. Heræus de Berlin ont des intérêts.
G.

-∞-

Les usines électriques centrales de la Suisse.

Suivant l'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger*, les usines centrales exploitées actuellement en Suisse débitent 600 000 ch. De cette puissance, environ 13 0/0 sont affectés à la traction électrique (chemins de fer et tramways), 23 0/0 aux fabrications électrotechniques, 40 0/0 à l'éclairage, 24 0/0 à l'alimentation des moteurs de la grande et de la petite industrie. Et pourtant, la Suisse ne laisse pas d'importer chaque année, aujourd'hui encore, des quantités de houille se chiffrant par environ 70 millions de fr.

D'après la même revue, on songe présentement à édifier, à Mumpf-sur-Rhin, en face de Säckingen, une usine centrale gigantesque qui aura une puissance de 200 000 ch. A cette fin, on se propose de capter, près d'Olten, une partie des eaux de l'Aar et de les amener à Mumpf par une galerie de 20,5 km de longueur. On évalue les frais de premier établissement de cette nouvelle installation à 117 millions de fr. — G.

-∞-

Simplification dans la fabrication du cuivre.

Suivant l'*Elektrotechniker*, un chimiste de Trieste, âgé de vingt et un an, M. Paul Weiler, a trouve un moyen très simple de fabriquer du cuivre à bon marché. M. Weiler ajoute du fer brut au minerai traité et chauffe ce dernier jusqu'à 1300°. Dans le procédé du jeune inventeur, il suffit de faire griller le minerai une seule fois, et non six à sept fois, pour obtenir le métal. Un syndicat se serait déjà constitué à Vienne en vue d'exploiter cette invention. — G.

-∞-

Lampes à incandescence à filament métallique.

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* signale un nouveau procédé qui permet de construire des lampes à incandescence avec filament en tungstène ou en molybdène et que MM. Alexandre Just et Franz Hanaman ont fait breveter en Angleterre (brevet anglais n° 11 949 de 1905). Les détails de ce procédé peuvent se résumer comme il suit : On soumet des filaments de charbon extrêmement fins (de 2/100 à 6/100 mm de diamètre) à l'action du courant électrique dans une atmosphère d'hexachlorure de tungstène (WCl_6) ou de pentachlorure de molybdène ($MoCl_5$), en présence d'hydrogène ou d'autres substances réductrices; il se forme alors un dépôt métallique sur le filament de charbon. Lorsque ce dépôt a atteint une épaisseur donnée que l'on reconnaît à l'intensité du courant passant par le filament, on retire les filaments traités et on les porte à l'incandescence dans de l'hydrogène raréfié (20 mm de pression). Le filament prend alors un aspect brillant, métallique, et le charbon se trouve transformé en carbure. Pour éliminer ce carbure, on porte de nouveau le filament à l'incandescence en l'introduisant cette fois dans un mélange formé de vapeur d'eau et d'un gaz réducteur, par suite de quoi le charbon se transforme en gaz d'eau. On peut encore soumettre le filament à l'incandescence, durant presque vingt-quatre heures, dans le vide, et alors le charbon se vaporise. Il est également possible d'employer un autre procédé, celui-là non électrique, pour décarburer le filament; on introduit ce dernier, enveloppé de poudre très fine d'oxyde de tungstène ou de molybdène (WO_2 ou MoO_2) dans un four à réchauffer, et on le porte à une température d'au moins 1600° C durant plusieurs heures. Alors se produit la réaction $WO_2 + 2C = 2CO + W$ ou $MoO_2 + 2C = 2CO + Mo$. Les métaux réduits ne se déposent pas sur le filament, ils restent dans la poudre entourant ce filament. Après avoir maintenu le four au rouge durant dix à douze heures, on le laisse refroidir, puis on retire le filament qui peut être, sans aucune opération nouvelle, introduit dans une ampoule en verre. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 817 25 Août 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (Janvier-Juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **MM. H. Dunod** *et* **E. Pinat,** *éditeurs, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, avenue de Saxe, 43, Paris, VIIe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

UTILISATION DE LA FORCE MOTRICE DU RHIN

POUR UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Dans une conférence faite à la Société industrielle de Mulhouse, M. René Kœchlin a exposé les grandes lignes d'un projet d'installation hydraulico-électrique destiné à une distribution d'énergie électrique dans la Haute-Alsace et dans le Grand-Duché de Bade.

Nous allons résumer, d'après le Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, cette très intéressante communication qui montre que les

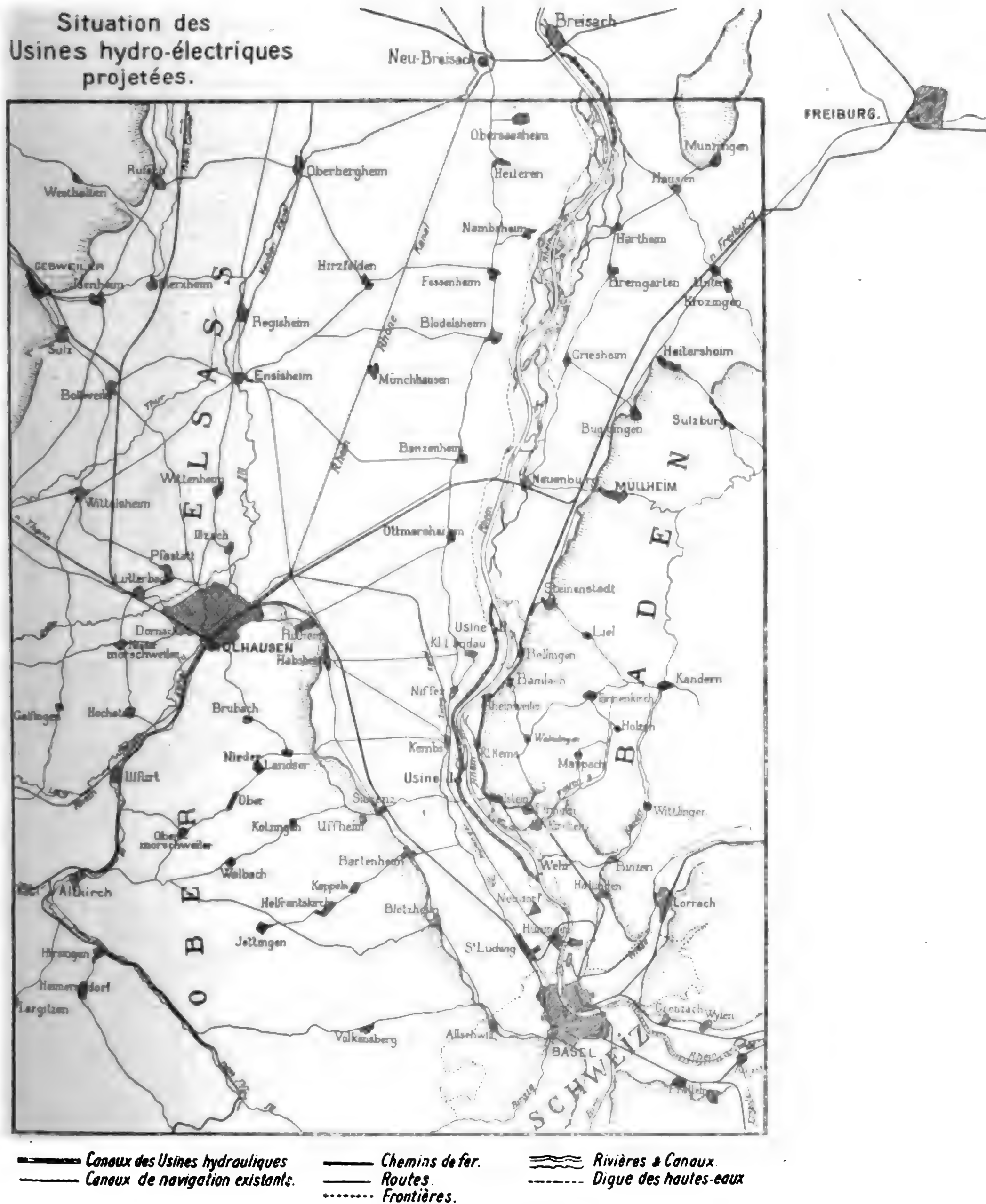


Fig. 1. — Carte de la Haute Alsace.

fleuves à grand débit, tels que le Rhin, peuvent être utilisés avec avantage, car s'ils ont une pente plus faible que les chutes naturelles que l'on trouve dans les régions montagneuses, ils ont, par contre, un régime beaucoup plus cons-

Détail d'une portée

Fig. 2. — Détails du barrage.

tant et sont beaucoup moins exposés à être obstrués par les glaces. Dans ces conditions, l'utilisation des grands cours d'eau constitue un problème séduisant dont la solution mérite d'attirer l'attention des ingénieurs, car les forces motrices hydrauliques n'entraînent d'autres dépenses que leur aménagement, tandis que la force motrice produite par la vapeur ne s'obtient qu'au prix d'une dépense continuelle de combustible; il y a donc tout avantage, au point de vue économique, à utiliser la force motrice hydraulique.

On sait que la quantité d'énergie mécanique que peut fournir un cours d'eau est proportionnelle au produit de son débit par la hauteur de chute ou différence de niveau, naturelle ou artificielle, existant entre deux parties consécutives du cours d'eau considéré. A ce point de vue, la partie du Rhin comprise entre Bâle et Vieux-Brisach se trouve dans des conditions particulièrement favorables à l'établissement d'une installation hydraulico-électrique : en effet, avec un débit qui n'est jamais inférieur à 300 m³ par seconde et une pente relativement élevée de 1 pour 1000, on peut obtenir, par kilomètre, une puissance utilisable atteignant au minimum 3000 ch. Au canal de Jonage, le volume minimum n'est que de 150 m³ et la pente n'atteint que 0,85 m pour 1000, ce qui donne seulement une puissance utilisable d'environ 1200 ch par kilomètre.

M. R. Kœchlin avait, en 1892, élaboré un avant-projet pour utiliser la force motrice du Rhin, aux environs de Mulhouse, afin de fournir à la ville de Bâle l'énergie électrique qui lui était nécessaire. Cet avant-projet, établi pour une puissance de 9000 ch, ne présentait pas une économie suffisante, par rapport au prix de revient de la force motrice produite par la vapeur, pour qu'il fût possible de le réaliser.

Depuis cette époque, de grands progrès ont été accomplis, aussi bien en ce qui concerne les moteurs à vapeur que dans le domaine des moteurs hydrauliques et M. René Kœchlin, en collaboration avec M. Potterat et la maison Havestadt et Contag, a établi, dès 1901, un nouveau projet d'utilisation des forces motrices du Rhin qui, après modifications, est devenu celui qui va être décrit.

La création d'une chute d'eau sur un fleuve, pour l'alimentation de turbines, peut être réalisée soit avec un barrage, soit avec un canal latéral à faible pente, soit enfin par la combinaison de ces deux systèmes.

C'est la troisième de ces solutions qui a été adoptée, c'est-à-dire l'établissement d'un canal d'amenée ainsi que celui d'un barrage mobile relevant le plan d'eau autant que possible en temps de basses eaux, barrage disparaissant entièrement en temps de crue.

Dans le projet établi en 1902, la prise d'eau et le barrage étaient prévus pour être placés à Niffer. L'eau du Rhin devait, de là, être dérivée à l'usine hydraulico-électrique par un canal d'amenée de 6 km de longueur, puis rendue au fleuve un peu en amont d'Ottmarsheim par un canal de fuite de 2 km. La chute brute à l'étiage était de 9,90 m et la chute nette de 9,24 m; on obtenait ainsi une puissance de 23 000 ch.

Au cours de l'examen de ce projet, il fut reconnu qu'il y aurait avantage à y apporter certaines modifications par suite des considérations suivantes :

Pour mettre en valeur successivement, et d'une manière absolument complète, l'énergie disponible sur le Rhin entre Bâle et Vieux-Brisach (fig. 1), il était nécessaire d'établir le barrage de la première installation aussi près que possible de la frontière suisse, mais sans cependant que le remous produit puisse se faire sentir au delà de cette limite. Le barrage se trouvait ainsi reporté en aval de Neudorf dans un emplacement particulièrement favorable. A cet endroit, l'argile s'étend en effet en couche compacte à quelques mètres au-dessous du lit du fleuve, qui se trouve en outre garanti contre l'érosion future provenant de la correction par le seuil rocheux d'Istein, situé à l'aval. Enfin, la prise d'eau peut se faire là à une altitude telle qu'il est possible d'utiliser le canal d'amenée pour l'alimentation du canal de Huningue vers l'écluse n° 4, à Kembs, ce qui répondait à un désir du gouvernement d'Alsace-Lorraine.

Indépendamment de ces modifications d'emplacement, il convenait de tenir compte des besoins d'énergie électrique qui deviennent de plus en plus grands aussi bien dans la Haute-Alsace que dans le Grand-Duché de Bade et les auteurs du projet n'ont pas hésité à augmenter sensiblement l'importance de l'installation.

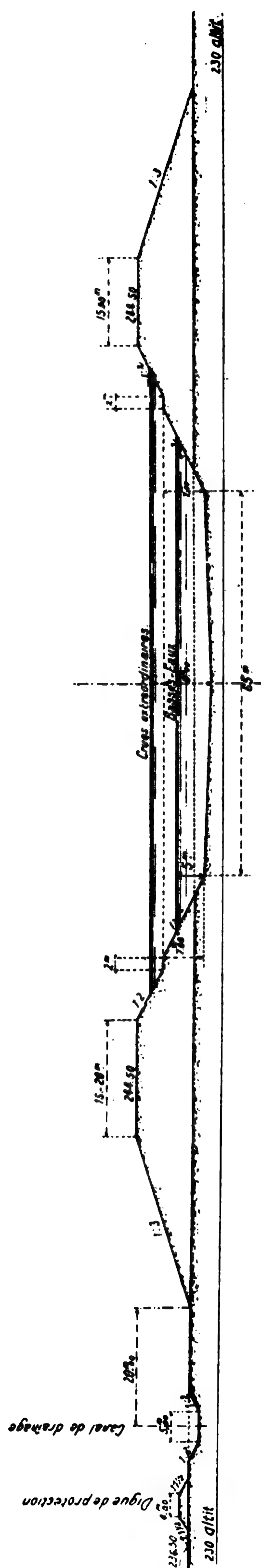
C'est pourquoi, le projet actuel comporte l'établissement d'une première usine de 32 000 ch et d'une deuxième de 30 000 ch à installer à la suite de la première. On pourra ainsi disposer en tout temps d'une puissance totale de 62 000 ch.

La puissance totale du Rhin en basses eaux, entre Bâle et Vieux-Brisach, dépasse 150 000 ch, dont la moitié environ est utilisable en amont du pont de Neuenburg, l'autre moitié l'étant en aval.

Usine Hydro-Électrique du Rhin-Mulhouse.

Section des canaux de l'usine I.

Canal d'amenée.



Canal de fuite

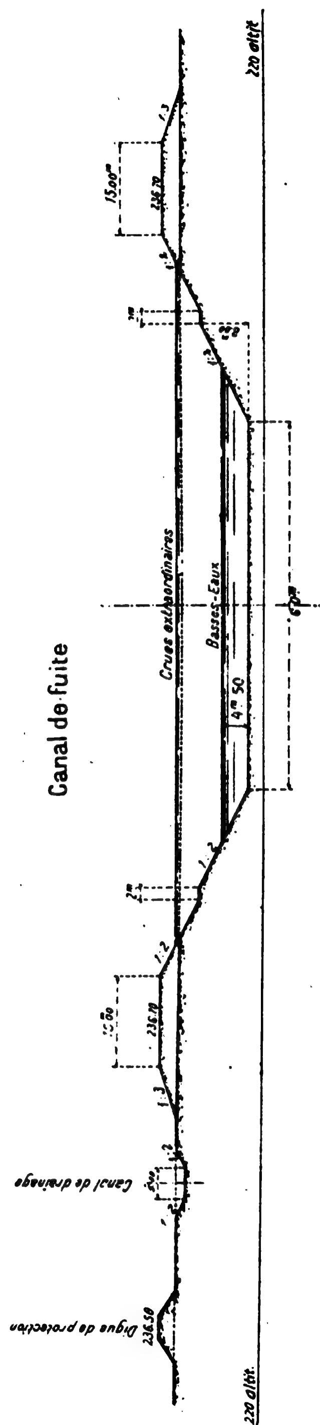


Fig. 3.

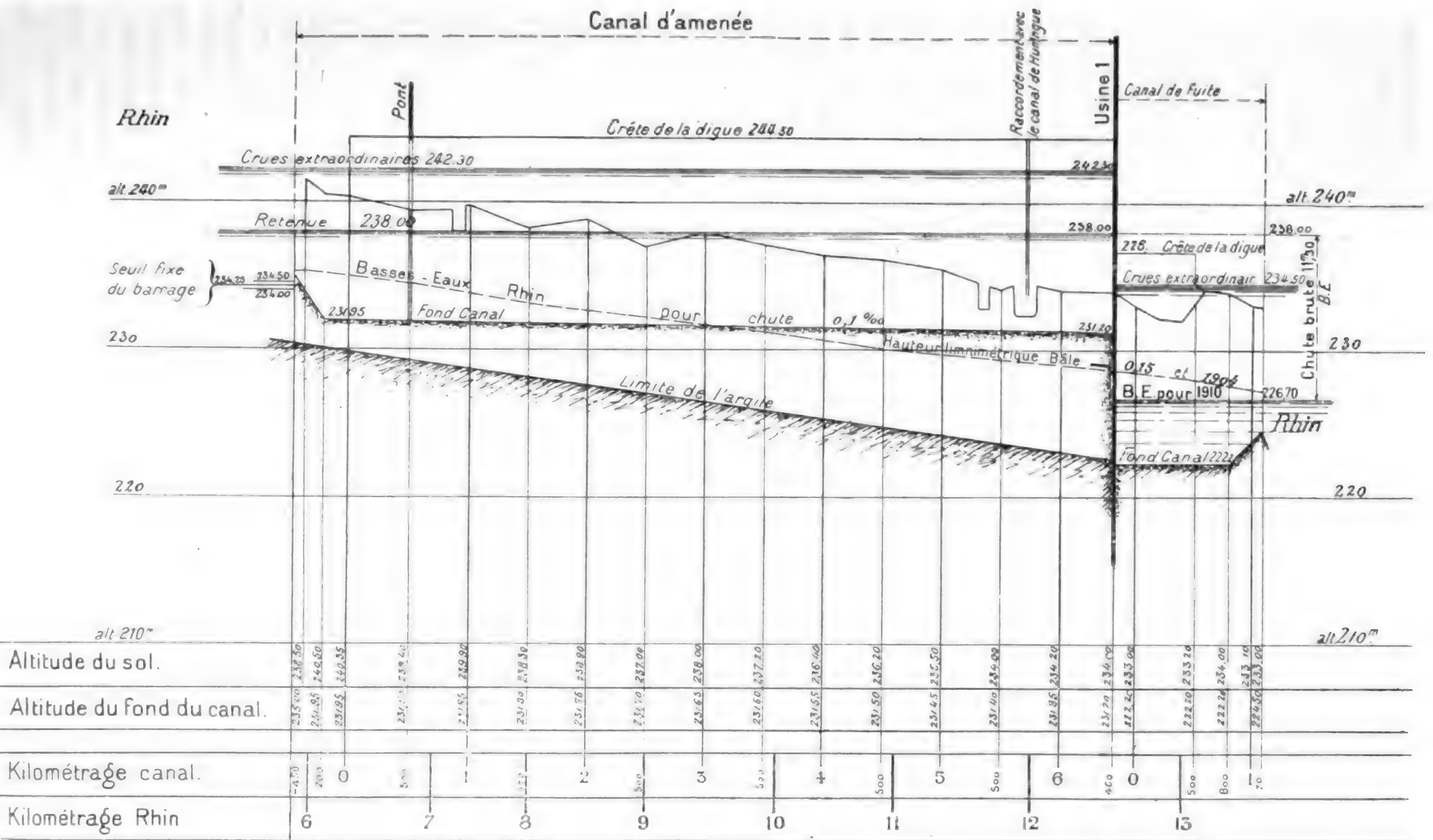

Profil en long des canaux de l'usine 1
Canal d'amenée
Canal de Fuite
Usine 1
Raccordement avec le canal de Huningue
Pont
Rhin
Crête de la digue 244.50
Crues extraordinaires 242.30
Retenue
238.00
Seuil fixe du barrage
Basses - Eaux Rhin pour chute 0,1 ‰
Fond Canal
Hauteur limnimétrique Bâle
Limite de l'argile
Crête de la digue
Crues extraordinair
B.E. pour 1910
Fond Canal
Chute brute 11,30
Rhin
alt. 240m
230
220
alt. 210m
Altitude du sol.
Altitude du fond du canal.
Kilométrage canal.
Kilométrage Rhin

Fig. 4.

Le centre industriel de l'Alsace se trouvant plus au sud que celui du Grand-Duché de Bade et, d'autre part, l'établissement, en amont du pont de Neuenburg, sur la rive badoise d'un canal d'amenée latéral au Rhin, devant entraîner une dépense considérable à cause des montagnes qui, en certains endroits, bordent le fleuve, il a paru rationnel de choisir le point d'utilisation de la puissance du Rhin, sur le côté alsacien, en amont de Neuenburg et, sur le côté badois, en aval de ce même point. La configuration des rives du fleuve se prête parfaitement à l'établissement de trois chutes successives en amont de Neuenburg et de deux à trois chutes en aval; celle de ces dernières qui se trouve située la plus au nord, à Vieux-Brisach, serait utilisée pour alimenter Fribourg (fig. 1).

La prise d'eau du canal d'amenée serait faite sur la rive alsacienne à 5900 m en aval de la frontière suisse, dans la partie concave du fleuve où son chenal est très profond et longe cette rive. Quant au barrage, il serait établi à 300 m en aval, au point où le Rhin a repris sa direction rectiligne et son profil normal à faible profondeur. Dans cette partie de son parcours, le Rhin ne charrie encore que peu de galets; les nombreux bancs de sable et de gravier que l'on rencontre plus bas proviennent, en effet, presqu'exclusivement de l'érosion du lit du fleuve en aval d'Istein.

On évitera complètement l'entrée des graviers dans le canal en prenant l'eau du Rhin seulement dans sa couche supérieure. Le sable restant en suspension dans l'eau se déposera immédiatement à l'entrée du canal où la vitesse d'écoulement de l'eau est faible et il sera facile de l'enlever en temps utile à l'aide d'une drague électrique.

L'étude du barrage mobile (fig. 2) a été faite en collaboration avec la *Vereinigte Maschinenfabrik* d'Augsburg et de Nuremberg. La solution adoptée est la suivante :

La largeur du fleuve entre les berges a été légèrement augmentée au droit du barrage et portée à 200 mètres, afin de compenser l'obstruction produite par les piles.

La portée de 200 m de ce barrage comporte six travées de 30 m d'ouverture, séparées par des piles ayant 4 m d'épaisseur. Ces piles seront fondées pneumatiquement à une profondeur minimum de 12 m sous le lit du Rhin, afin d'éviter tout danger d'affouillement.

Les massifs de maçonnerie formant le seuil fixe sous les vannes seront aussi fondés pneumatiquement et revêtus d'un couronnement en granit, arasé horizontalement, mais à une altitude légèrement variable dans les différentes travées ; plus bas au milieu du fleuve, ce couronnement sera plus élevé sur les bords, afin de mieux épouser le profil du fleuve et à lui conserver, en temps de crue, son débouché actuel.

La retenue se trouvant à la cote 238, on obtiendra une surélévation de 2,80 m du plan des basses eaux actuelles.

Les vannes, par suite de la variation d'altitude du seuil fixe dans les différentes travées, auront une hauteur de 3,50 m, 3,75 m et 4 m, avec une portée toujours égale de 30 m.

Chaque vanne est constituée par un cylindre horizontal en tôle de 3,25 m de diamètre, ouvert à ses deux extrémités, et dont la génératrice supérieure se trouve au niveau de la retenue, lorsque la vanne est en place. La partie inférieure de la vanne, comprise entre le cylindre et le seuil fixe, est formée par un tablier métallique relié au cylindre par des goussets et faisant ainsi corps avec lui.

Les extrémités du cylindre sont garnies de couronnes dentées qui viennent s'engager dans des crémaillères disposées comme chemin de roulement. Ces crémaillères sont inclinées à 70° et établies dans des niches pratiquées dans les piliers.

Pour permettre le levage du cylindre, en l'obligeant à rouler sur ces crémaillères, la chaîne d'un treuil puissant est fixée au pourtour de l'une de ses extrémités. Lorsqu'on agit sur ce treuil, la chaîne vient s'enrouler sur son tambour et oblige le cylindre à rouler sur les crémaillères qui assurent le synchronisme du mouvement de montée des deux côtés.

Le poids d'une vanne de 4 m de hauteur sera de 116 tonnes et celui des vannes de 3,50 m de 89 tonnes. Le treuil, actionné par un moteur électrique de 25 ch, pourra lever la vanne, de sa position la plus basse à la position la plus élevée, en 15 minutes. En cas d'accident survenant au moteur, la manœuvre pourra s'effectuer à la main.

L'étanchéité de ce barrage mobile est assurée, aux extrémités du cylindre, par des collerettes en tôle garnies de cuir, venant fermer les niches pratiquées dans les piliers jusqu'à la hauteur de la retenue et, le long du seuil, par une poutre en chêne fixée au tablier métallique de la vanne.

Les treuils servant à manœuvrer les vannes seront installés sur un pont établi sur toute la longueur du barrage. Ce pont portera également une grue roulante électrique qui servira à la mise en place des enrochements destinés à

protéger le radier contre les affouillements et permettra de couler, aux endroits voulus, des blocs de 5 tonnes, capables de résister au courant de la lame déferlante.

Des échelles à poissons seront disposées des deux côtés du barrage, se composant chacune d'un canal de 3,60 m de largeur, avec pente de 1 à 10, et dans lequel l'eau descendra entre de gros blocs de pierre.

La navigation future sur le Rhin, d'ailleurs très problématique, devra passer par le canal de l'usine où a été prévue l'écluse permettant de franchir la chute. Les bateaux pourront ainsi éviter le passage du barrage et du seuil rocheux d'Istein qui, par suite de l'affouillement progressif du Rhin, finira par constituer un obstacle insurmontable.

Les détails de construction du canal d'amenée sont donnés sur les figures 3 et 4. Le profil du Rhin est limité par deux digues submersibles dont le couronnement est arasé un peu au-dessus du niveau des hautes eaux ordinaires.

En temps de crue extraordinaire, le fleuve déborde sur ses rives et s'étale des deux côtés jusqu'aux digues d'inondation construites le long des berges de l'ancien lit du Rhin.

Le canal d'amenée sera en grande partie établi dans cette zone d'inondation, dont le terrain a peu de valeur. La digue du côté du Rhin sera menée parallèlement à celui-ci, à une distance de 300 m, imposée pour assurer un débouché suffisant des eaux lors des grandes crues.

La prise d'eau dans le Rhin se fera sur une longueur de 190 m et sur une profondeur de 3 m, de manière à ce que l'eau entre à faible vitesse dans le canal, dont la section va ensuite en se rétrécissant et en s'approfondissant, pour passer au profil normal de 65 m de largeur de plafond et de 5,50 m de profondeur moyenne. Les talus intérieurs du canal ont une inclinaison de 1 à 2, les talus extérieurs de 1 à 3. Les digues auront un couronnement de 15 à 20 m de largeur.

La crête de ces digues se trouve sur tout le parcours à plus de 2 m au-dessus du niveau des plus hautes eaux connues à l'emplacement du barrage.

La pente longitudinale du canal, de 1 : 10 000, sera légèrement supérieure à la pente que prendra le niveau d'eau lorsque le débit du canal atteindra son maximum.

Depuis l'étiage du Rhin jusqu'aux hautes eaux ordinaires, le niveau d'eau à l'entrée du canal est maintenu à une hauteur constante par la manœuvre des vannes du barrage, tandis que le plan d'eau, au débouché du canal de fuite dans le Rhin, suivra les variations du fleuve.

La chute disponible dans l'usine hydraulico-électrique atteindra, en conséquence, son maximum aux basses eaux et ira en diminuant jusqu'aux hautes eaux; on conservera néanmoins toujours la même puissance à l'usine en faisant varier le débit utilisé, suivant le régime du Rhin. La vitesse maximum de l'eau dans le canal sera de 1 m par seconde.

Le fond du canal se trouve sur tout son parcours creusé dans le sol naturel; le niveau d'eau normal s'élèvera au maximum à 3,50 m au-dessus de ce sol et le niveau des crues extraordinaires à 7 m. Cette surélévation du plan d'eau par rapport au terrain naturel est bien moindre que celle qui a été réalisée au canal de Jonage dans des conditions analogues.

Pour éviter les infiltrations qui se produiraient naturellement aux débuts de la mise en eau du canal, les parois seront recouvertes d'une couche de terre glaise pilonnée de 30 à 40 cm d'épaisseur, protégée elle-même contre l'action de l'eau par un revêtement de gros galets. L'eau qui, malgré ces précautions, pourrait s'infiltrer à travers les parois du canal, sera recueillie par un fossé de drainage qui longera le canal pour déboucher à l'aval dans le Rhin.

Les travaux de construction du canal d'amenée pourront être exécutés entièrement à sec. Pendant les travaux, il sera séparé du Rhin par une vanne provisoire qui permettra, après son achèvement, d'y laisser pénétrer l'eau lentement et de vérifier ainsi son étanchéité avant la mise en service.

Le canal d'amenée aura une longueur de 6460 m.

Le canal de fuite, de 1070 m de longueur, aura 60 m de largeur à sa base. Sa profondeur d'eau à l'étiage sera de 4,50 m, ce qui correspond à un profil suffisant pour que la vitesse de l'eau ne dépasse pas 1 m par seconde.

A son débouché dans le Rhin, le canal s'évasera en diminuant de profondeur de manière à ce que, en conservant toujours la même section, son seuil vienne coïncider avec celui du Rhin.

L'usine hydraulico-électrique (fig. 5 et 6) forme la cloison de séparation, une sorte de barrage, entre le canal d'amenée et le canal de fuite. Il est exposé à une pression latérale correspondant au maximum de la chute brute réalisée, soit de 11,30 m. Sa longueur sera de 144 m, comprenant de chaque côté six chambres de 8,50 m pour les grandes turbines

Ecluse à bateaux
Vanne de décharge (Glaces)
Prise d'eau de l'écluse
Vanne de décharge (Glaces et graviers)
3200 HP
400 HP
Ecluse
Echelle à poissons
Données principales des Turbines
12 Turbines
4 Turbines
Chute nette
Débit
Puissance
Nombre de tours
USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DU RHIN-MULHOUSE.
Vue et plan de l'usine I.

Fig. 6.

actionnant les alternateurs, et deux chambres au milieu pour les petites turbines accouplées aux excitatrices.

Sur la rive droite, adossée au bâtiment, se trouve l'échelle à poissons; sur la rive gauche, la grande écluse pour bateaux.

Les fondations du bâtiment viendront porter sur de l'argile compacte qui se trouve, comme des sondages l'ont montré, dans toute la région, mais à une profondeur d'autant plus grande qu'on s'éloigne de Bâle. Ce sol, absolument imperméable et très résistant, garantira l'usine contre tout danger d'infiltration ou de sous-pression.

Les douze grandes turbines travailleront aux basses eaux sous une chute de 10,85 m, aux hautes eaux sous 7,20 m et fourniront chacune 3000 à 3200 ch à la vitesse angulaire de 100 tours par minute. La puissance totale installée atteindra de 36 à 38 000 ch; la puissance effective réalisable étant de 32 000 ch, on disposera ainsi toujours d'une ou de deux unités de réserve.

Les turbines, étudiées par la maison Escher-Wyss et C[ie], ont un arbre vertical; elles sont du type Francis, à réaction. L'eau y entre radialement dans les trois couronnes, en communication chacune par un tuyau d'aspiration avec le bief aval.

Les alternateurs triphasés, montés directement sur l'arbre des turbines, seront installés, à l'étage supérieur, dans une grande salle se trouvant au niveau de la route et, par conséquent, accessible directement de cette dernière. Un pont roulant sera également installé dans cette salle.

Le poids de l'alternateur et de la turbine sera presque entièrement équilibré par des pistons en communication avec le bief d'amont. L'excédent de poids sera supporté par un palier supérieur fixé sur le bâti des dynamos et pourvu d'une circulation d'huile sous-pression. Les appareils de réglage des

Fig. 6.

turbines seront disposés à l'étage intermédiaire entre les chambres des turbines et la salle des alternateurs.

Chaque chambre de turbine sera disposée pour pouvoir être rapidement fermée, du côté d'amont, par une vanne à contrepoids roulant sur galets. En cas de réparation, on pourra également fermer le côté d'aval à l'aide d'une porte mobile se manœuvrant par un petit treuil roulant

La grille, destinée à retenir les corps flottants ou en suspension dans l'eau, sera établie dans toute la longueur de l'usine, sauf sur un espace laissé libre, au milieu du bâtiment, pour la vanne de décharge qui servira à l'évacuation des glaces.

Le tableau de distribution se trouvera au milieu du bâtiment des turbines, élargi à cet effet.

L'échelle à poissons sera construite sur le même principe que celle du barrage.

Les dimensions de l'écluse ne sont pas encore définitivement fixées; les portes seront, comme dans les ouvrages récents de cette importance, constituées par des caissons flottants venant se loger dans des niches en maçonnerie pratiquées sur les deux côtés.

La chute disponible à l'usine hydraulico-électrique croîtra d'année en année par suite de l'approfondissement graduel du lit du Rhin, qui est d'environ 8 cm par an au débouché du canal de fuite, alors que le bief amont sera maintenu constant par le barrage.

Cet approfondissement, qui suit son cours depuis une quarantaine d'années sans qu'on puisse en prévoir la fin, correspond à une puissance de 200 ch, qui sera gagnée annuellement à l'usine par le travail d'érosion du fleuve.

La chute nette de 10,85 m prévue dans le projet se rapporte à l'état présumé du Rhin, en 1910.

Pour cette chute de 10,85 m et le volume de 250 m³ par seconde devant être utilisé à l'étiage, sur les 300 m³ formant le débit minimum du Rhin, la puissance effective totale sur les arbres des turbines serait de 27 000 ch, mais on peut l'augmenter en utilisant le canal d'amenée et la retenue d'eau derrière le barrage comme réservoir, pour pourvoir l'usine d'un volume d'eau supplémentaire au moment de la pleine charge. On a admis qu'on gagnerait ainsi les 5000 ch supplémentaires prévus pour l'éclairage, pendant les deux heures par jour où la consommation d'énergie qu'il nécessite vient s'ajouter à la consommation normale des moteurs installés dans les usines alimentées. Il suffira d'abaisser de 60 cm le plan d'eau du canal d'amenée dont les dimensions ont été calculées en conséquence.

Grâce à cette disposition, qui a permis de porter la puissance utilisable de l'usine à 32000 ch, à l'emploi de groupes électrogènes de grande puissance et aux conditions plus favorables d'emplacement réalisées dans le projet actuel, le prix de revient de l'unité d'énergie électrique a pu être abaissé par rapport à celui obtenu avec le projet primitif.

Une deuxième usine qui serait construite, à la suite de la première et absolument sur le même principe, permettra de disposer d'une puissance totale de 62 000 ch.

Les deux usines seront dépendantes l'une de l'autre, le canal d'amenée de la seconde étant constitué par le canal de fuite de la première qui devra toujours laisser passer un volume d'eau suffisant pour alimenter la seconde. L'excédent d'eau sera rendu au Rhin par un déversoir à vannes établi, dans le canal d'amenée de la seconde usine, à un endroit convenable.

Une tension de 20 000 à 30 000 volts dans la canalisation primaire de distribution suffira pour desservir les points les plus éloignés des vallées du Haut-Rhin et pour alimenter Strasbourg.

L'usine produira des courants triphasés à 50 périodes sous 3000 volts; cette tension sera ensuite élevée à la valeur nécessaire dans les feeders.

Mulhouse sera desservi par deux lignes absolument indépendantes; chacune d'elles pouvant, en cas d'accident à l'autre, assurer complètement le service.

Telles sont les lignes principales du nouveau projet qui, il faut l'espérer, sera réalisé assez prochainement et dotera le Haut-Rhin de l'usine hydraulico-électrique la plus puissante d'Europe pouvant, dans des conditions de sécurité et de bon marché exceptionnelles, distribuer l'énergie électrique dans toute la région aussi bien pour l'éclairage que pour la force motrice.

LES LAMPES ÉLECTRIQUES A INCANDESCENCE [1]

L'éclairage artificiel est généralement obtenu en amenant et maintenant à l'incandescence un corps solide qui devient ainsi un foyer lumineux.

(1) Communication faite à la classe d'industrie et de commerce de Genève.

Dans les flammes du gaz, du pétrole, de l'huile, etc., le corps solide est mis en liberté par l'action chimique; celle-ci fournit en même temps la chaleur nécessaire pour produire l'incandescence.

On peut également obtenir l'incandescence d'un corps solide introduit dans l'intérieur d'une flamme non éclairante par elle-même (gaz, alcool, etc.). Tel est le cas des becs à gaz Auer.

Les systèmes d'éclairage par combustion ont un grave inconvénient au point de vue hygiénique : ils absorbent une partie de l'oxygène de l'air qu'ils remplacent par des substances diverses, irrespirables, comme l'acide carbonique, etc.

L'électricité permettant de produire l'incandescence des corps sans rien changer à l'atmosphère ambiante, on peut, par son intermédiaire, produire de la lumière qui, hygiéniquement parlant, présente de sérieux avantages.

C'est ce qui explique l'extension énorme qu'a prise l'éclairage électrique par incandescence. Il y a par le monde des millions de lampes électriques en service. A Genève, il y en a près de 130 000.

Toutes ces lampes sont fondées sur ce fait qu'un corps parcouru par un courant électrique d'intensité suffisante peut être amené à la plus haute température qu'il soit capable de supporter On peut même le fondre et le volatiliser.

Pour rendre un corps solide lumineux au moyen de la chaleur, il faut élever sa température à 900° centigrades au moins.

Au-dessous de cette température, il émet déjà un peu de lumière, mais en quantité extrêmement faible.

En prenant comme unité l'éclat du platine à sa température de fusion, M. Viole a trouvé les rapports suivants entre les intensités lumineuses à différentes températures :

Températures :	Eclats relatifs :
775°	0.00007
956° (fusion de l'argent)	0.0012
1035° (» de l'or)	0.0045
1500° (» du palladium)	0.271
1775° (» du platine)	1

Pour avoir un bel éclat et un bon rendement lumineux, il faut donc porter le corps solide à une température aussi élevée que possible. Dans la lampe électrique à incandescence, la lumière est obtenue en faisant passer un courant d'intensité convenable dans un fil plus ou moins conducteur qui devient incandescent. Ce filament devant pouvoir résister à une température très élevée sans fondre, on le fait en charbon. Si ce charbon était porté à l'incandescence dans l'air, il brûlerait. Pour cette raison, on l'enferme dans une ampoule en verre, d'où l'on extrait tout l'air.

La lampe électrique courante se compose donc d'un filament de carbone, en fer à cheval, contourné en boucle ou en spirale et enfermé dans une ampoule de verre où l'on a fait le vide.

Les lampes habituellement employées, donnant 16 bougies, ont un filament de la grosseur d'un crin de cheval; mais la grosseur et la longueur dudit fil varient avec l'intensité lumineuse de la lampe et la tension du courant qui doit l'alimenter.

Le filament est obtenu en calcinant en vase clos, à très haute température, un fil de bambou, de coton, de soie artificielle ou de quelque autre matière en carbone, lequel est soumis ensuite à une opération particulière appelée le *nourrissage*. Par cette opération, on dépose sur le fil de charbon une couche de charbon graphitique, qui rend sa section plus régulière et donne à sa surface un aspect métallique plus favorable à l'émission de la lumière.

Le filament terminé se compose donc d'un noyau en charbon ordinaire — semblable au charbon de bois — recouvert d'un tube de graphite plus ou moins épais. Les deux extrémités du filament sont soudées, au moyen d'un dépôt de charbon ou de cuivre, à deux petits fils de platine qui traversent le fond de l'ampoule et aboutissent à deux contacts métalliques servant à amener le courant.

Ces contacts sont soudés à une pièce ou *culot* qui complète la lampe et sert à la fixer sur des supports appropriés ou douilles, reliés aux fils de la canalisation électrique.

La quantité de lumière émise par une lampe à incandescence dépend :

1° De la longueur du filament,

2° De sa section,

3° De sa température.

Le tableau précédent prouve l'importance de ce dernier facteur.

L'expérience a montré que dans l'état actuel de la fabrication des filaments, il n'est pas avantageux de porter la température des filaments au-dessus de 1600 à 1700°. Au delà de cette limite, ils se désagrègent et se rompent après très peu de temps, d'où mise hors de service de la lampe.

La température d'une lampe qui se trouve au degré normal d'incandescence est d'environ 1580°.

On construit les lampes de façon que le courant qui passe, sous l'influence d'une tension déterminée (120 volts par exemple), amène le filament à la température voulue.

Si la tension est trop faible, le courant qui passe dans le filament n'échauffera celui-ci qu'à 1400 ou 1500° et la quantité de lumière émise sera faible : la lampe éclairera mal.

Si, au contraire, la tension du courant électrique est trop élevée, la température du filament dépassera la valeur normale et la lampe sera rapidement mise hors de service.

Un des premiers effets de la haute température est de faire évaporer la couche de graphite déposée à la surface du filament. Par suite de la disparition de cette couche, le filament devient moins conducteur; le courant qui le traverse diminue d'intensité, la température baisse et, par suite, la quantité de lumière émise est plus faible.

Contrairement à une opinion courante, les lampes électriques consomment *moins* d'électricité lorsqu'elles sont usagées que lorsqu'elles sont neuves, mais la diminution de consommation est accompagnée d'une diminution du pouvoir éclairant, proportionnellement beaucoup plus forte, ce qui fait que la dépense d'électricité par bougie obtenue croît considérablement.

Une lampe doit être considérée comme usée, lorsque son pouvoir éclairant primitif s'est affaibli de 20 0/0. En l'utilisant au-delà de cette durée — environ 350 heures pour une lampe bien faite — on n'obtient qu'un mauvais éclairage.

Une lampe construite pour donner normalement un nombre de bougies déterminé peut en donner davantage. Il suffit pour cela d'augmenter l'intensité du courant qui la traverse, en accroissant la tension. L'augmentation de lumière obtenue est très rapide, ainsi que le montre le tableau suivant :

Variations d'intensité lumineuse d'une lampe construite pour donner 16 bougies à 80 volts.

Tension du courant.	Dépense d'électricité.	Nombre de bougies obtenu.	Température du filament.
80 volts	fr. 0,04 par heure	16 bougies	1580° environ
100 »	» 0,06 » »	64 »	1800° »
120 »	» 0,08 » »	160 »	2200° »

En prenant comme base le prix de l'énergie électrique à Genève (0,80 fr. le kilowatt-heure) on peut donc avoir avec la même lampe, à la tension normale, 4 bougies pour 1 centime par heure. En augmentant la tension de 25 0/0, on obtient 10,7 bougies pour 1 centime par heure; en augmentant la tension de 50 0/0, 18 bougies pour 1 centime par heure.

Les lampes dont le filament est porté à plus de 1600° sont dites lampes *poussées*.

On trouve dans le commerce des lampes dites *économiques* qui ne sont pas autre chose que des lampes poussées. Elles ne sont économiques que pendant les premières heures de fonctionnement et perdent très rapidement cet avantage, d'où la nécessité de les remplacer souvent.

Une lampe qui aurait une durée utile de 400 heures à la tension normale, verra cette durée réduite à 20 heures si elle est soumise à une surtension de 25 0/0 et à 3 ou 5 minutes seulement si cette surtension atteint 50 0/0.

Des industriels américains annoncent qu'ils ont trouvé le moyen de fabriquer des filaments de charbon résistant beaucoup mieux aux températures élevées que les filaments usuels. Ces filaments permettraient de construire des lampes poussées, dont la durée serait comparable à celle des lampes actuelles.

Le corps lumineux d'une lampe à incandescence n'est pas nécessairement en charbon.

Dans la *lampe Nernst*, ce corps incandescent est constitué par un ou plusieurs bâtonnets, composés d'un mélange de poudres minérales — oxydes de zirconium, thorium, yttrium et autres terres rares. — Ces bâtonnets ne laissent pas passer le courant électrique à la température ordinaire; ils ne deviennent conducteurs qu'aux environs de 1000°.

Pour amener le corps lumineux de la lampe Nernst à la température nécessaire pour que le courant la traverse, on le chauffe, soit au moyen d'une flamme à alcool, soit au moyen du courant électrique lui-même que l'on fait passer dans une spir conductrice, entourant le bâtonnet à une certaine distance. Les lampes Nernst donnent, lorsqu'elles sont neuves, 8 à 10 bougies pour une consommation d'électricité de 1 centime par heure. — Mais le pouvoir éclairant diminue assez rapidement et, après 50 ou 60 heures de fonctionnement, elles ne sont guère plus économiques que les lampes à filament de charbon.

Elles présentent l'inconvénient de ne pas s'allumer instantanément, contrairement à la lampe à incandescence ordinaire.

L'inventeur du bec Auer a cherché à appliquer aux lampes électriques, un métal de la famille du platine, l'osmium. Ce corps a un point de fusion extrêmement élevé (2500°) et il possède un pouvoir lumineux considérable lorsqu'il est porté à l'incandescence.

Il est très cassant à froid, ce qui rend la fabrication du filament très compliquée. La lampe à filament d'osmium présente l'avantage de ne consommer que très peu de courant; elle donne de *8 à 10 bougies* pour une consommation de *1 centime par heure*. Le pouvoir lumineux ne diminue que très lentement et les fabricants assurent que la durée moyenne d'une lampe dépasse 2000 heures, avec un pouvoir éclairant élevé.

Cette lampe présente d'autre part certains inconvénients qui en limitent l'emploi D'abord son prix élevé (5 à 6 fr.) dû à la cherté du métal employé; — ensuite la fragilité du filament, qui est très long et très fin.

La maison Siemens, de Berlin, a lancé récemment des lampes à incandescence également à filament métallique.

Le métal employé est le tantale, corps presque inconnu jusqu'ici. Son point de fusion est très élevé, il est très lumineux à l'état incandescent et peu volatil aux hautes températures. Ce corps présente sur l'osmium l'avantage d'être très ductile, ce qui permet d'en fabriquer des fils extrêmement fins, d'une résistance mécanique supérieure à celle de l'acier.

Les lampes à filament de tantale sont comparables comme résistance mécanique aux lampes à filament de charbon. On ne construit actuellement qu'un seul modèle de ces lampes, donnant 25 bougies à la tension de 110 à 120 volts. Cette lampe produit *8* à *9 bougies* pour 1 centime par heure. Son filament a 65 cm de long et 1/20 de mm d'épaisseur. Par suite d'un phénomène resté jusqu'ici inexpliqué, les lampes au tantale ont une durée beaucoup plus courte lorsqu'elles sont alimentées avec du courant alternatif que lorsqu'elles sont alimentées par du courant continu.

Le tantale étant un métal rare, le prix des lampes est assez élevé (5 à 6 fr.) et les fabricants en déconseillent actuellement l'emploi sur les réseaux utilisant le courant alternatif. Par contre, avec le courant continu, les résultats obtenus seraient excellents.

Un inventeur autrichien annonce avoir trouvé une nouvelle lampe à incandescence qui dépasserait de beaucoup, au point de vue mécanique, toutes celles fabriquées jusqu'ici. Elle permettrait d'obtenir de *25* à *30 bougies* pour *1 centime par heure.*

La composition du filament n'est pas indiquée, mais elle serait peu coûteuse. Si la fabrication industrielle de cette lampe réalise les espérances de l'inventeur, la lampe à filament de charbon disparaitra bientôt; mais jusqu'ici, c'est cette dernière qui reste la plus pratique pour l'usage courant.

Toutes les lampes fondées sur l'incandescence d'un corps solide présenteront toujours un rendement relativement mauvais, à cause de la chaleur qu'il faut dépenser pour amener la température de ce corps à 1200°, chaleur entièrement perdue au point de vue lumineux.

La lampe à filament de carbone ne transforme en lumière que 5 0/0 de l'énergie électrique consommée.

On a cherché à transformer directement l'électricité en lumière, sans passer par l'intermédiaire de la chaleur. Tout le monde connaît les tubes de Geissler. — Ce sont des tubes de verre, renfermant un gaz raréfié qui devient lumineux, sans s'échauffer d'une façon sensible, lorsqu'il est traversé par l'électricité. On obtient ainsi de la *lumière froide.*

Quelques essais d'éclairage ont été faits en Amérique, avec des lampes fondées sur le même principe, mais ils ne paraissent pas avoir donné des résultats pratiques.

La Cie Westinghouse vend actuellement des lampes dans lesquelles le corps incandescent est de la vapeur de mercure.

Ces lampes sont formées d'un tube de verre, élargi aux deux extrémités. A l'une des extrémités est fixée une électrode de fer et à l'autre, une électrode de charbon ou de platine, noyée dans du mercure.

Lorsque le courant électrique passe, une partie du mercure se volatilise et devient lumineux. On obtient ainsi, avec une faible consommation d'électricité, une lumière d'un vert bleuâtre très intense; cette lampe produirait 40 bougies pour 1 centime par heure.

Toutefois, cet éclairage ne convient guère pour les appartements et les endroits fréquentés par le public, à cause de l'aspect cadavérique des visages éclairés par la lumière de la lampe au mercure.

En outre, cette lampe ne fonctionne qu'avec du courant continu, le courant ne pouvant circuler qu'en allant de l'électrode de fer à celle de mercure.

Cette revue rapide des différentes applications de l'électricité à l'éclairage par incandescence, montre combien cette question est étudiée.

Toutefois, l'expérience prouve que, malgré le rendement déplorable de la lampe à incandescence ordinaire, celle-ci constitue encore l'appareil le plus pratique actuellement en usage.

J. Elmer.

OUTILLAGE ÉLECTRIQUE
DU CANAL DE TELTOW (ALLEMAGNE)

A propos du canal de Teltow, dont le service de traction électrique a été tout récemment inauguré, l'*Elektrotechnische Anzeiger* donne les détails ci-après sur l'outillage affecté à ce service :

On a construit une station centrale spéciale pour l'éclairage et le transport de la force à distance. Dans cette usine, on a installé deux turbines à vapeur de 1000 ch, système Zœlly, qui actionnent des génératrices à courant continu et un alternateur triphasé. Le courant continu ainsi produit a une tension de 600 volts; il est affecté à la distribution d'énergie dans le voisinage de l'usine et particulièrement à l'alimentation de la canalisation à trolley des locomotives de remorque. Quant au courant triphasé employé, lequel présente une tension de 6000 volts avec 50 périodes, il est conduit, par des lignes spéciales, à des sous-stations où des convertisseurs à un seul induit le transforment en courant continu sous une tension de 600 volts également. Ce courant triphasé, également produit dans la station centrale ci-dessus, a donc pour unique objet de permettre le transport de l'énergie à distance sans de trop grandes pertes; mais pour la traction, l'on utilise simplement du courant continu ayant la tension qui se rencontre sur la plupart des tramways urbains. La mission principale de la station centrale est de fournir le courant nécessaire pour le fonctionnement des locomotives de remorque. Ces locomotives, provisoirement au nombre de vingt, sont construites dissymétriquement; elles portent un mât destiné à faire passer la remorque au-dessus des embarcations se trouvant près de la rive;

elles peuvent traîner, chacune, des charges de 1500 tonnes à une vitesse de 4,5 km à l'heure. Le poids de chaque machine est de 8000 kg, dont 7050 kg reposent sur le châssis tournant qu'actionne le moteur et 950 kg sur l'essieu non actionné. On a inégalement réparti la charge attribuée au châssis tournant, afin de compenser la traction de la remorque. Les roues les plus éloignées de la rive du canal supportent une charge de 4100 kg; celles les plus rapprochées, une charge de seulement 2950 kg. Les rails employés sont du type Vignole lourd. On a, en outre, adopté des dispositifs qui maintiennent la remorque constamment tendue. Sur les parcours où le canal traverse des lacs et où, par suite, le remorquage au moyen des locomotives longeant la rive est impossible, on emploie des bateaux à moteurs électriques qui, avec une longueur de 17,5 m et une largeur de 3,8 m, n'ont que 1,4 m de tirant d'eau.

Ces bateaux, pourvus d'une hélice, sont actuellement au nombre de trois; chaque hélice fait 500 tours par minute et a un volume relativement faible. Le courant électrique est emprunté à une batterie d'accumulataurs logée dans le bateau même ou à une canalisation aérienne. Dans ce dernier cas, on dispose d'une tige de trolley de 12 m de longueur, comme sur les tramways. En outre, la prise de courant peut s'opérer au moyen d'un trolley automobile, système Lombard-Guérin, relié au bateau par un câble mobile. Avec ce dernier trolley, le bateau remorqueur peut s'éloigner jusqu'à 25 m du fil d'alimentation. L'outillage électrique du canal a été fourni par l'entreprise Siemens-Schuckert de Berlin et Nuremberg.

G.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Applications diverses.

366 012. — Lineback et Morris. — Signaux électriques (8 mai 1906).

Canalisations.

365 954. — Sibley et Lutz. — Coude pour conduits de canalisations électriques (7 mai 1906).

365 872. — Woodhouse. — Conduit pour câbles (19 mars 1906).

365 955. — Sibley et Lutz. — Boîte de jonction pour canalisations (7 mai 1906).

Divers.

365 935. — Gercke. — Suppression des influences qui font dévier la direction d'un aimant (5 mai 1906).

366 088. — Lévy. — Appareil à rayons X (11 mai 1906).

Eclairage et Lampes.

366 054. — Thomas. — Appareils à vapeurs de mercure (9 mai 1906).

365 590. — Smith. — Suspension pour lampes (7 mai 1906).

Electrothermie.

361 627. — Schneider et Cie. — Four électrique (13 juillet 1905).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

365 883. — Wommelsdorf. — Machine à influence (24 avril 1906).

365 979. — Deniéport. — Magnéto (7 mai 1906).

366 057. — Ateliers Thomson-Houston. — Excitation des pôles (10 mai 1906).

366 061. — Bergmann Electricitäts-Werke. — Inducteur tournant pour génératrice (10 mai 1906).

Instruments de mesure.

365 918. — Tourtel. — Compteurs à prépaiement (4 mai 1906).

Moteurs.

365 927. — Mortier. — Alternomoteur électrique (3 mai 1906).

365 931. — Soc. parisienne pour l'industrie des chemins de fer et des tramways électriques. — Moteur monophasé (5 mai 1906).

365 983. — Pifre. — Réglage des moteurs (7 mai 1906).

366 045. — Pifre. — Réglage des moteurs (9 mai 1906).

Piles.

365 877. — De Léliva. — Pile sèche (7 avril 1906).

Télégraphie.

366 018. — Stone. — Télégraphie sans fil (9 mai 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Electricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

BIBLIOGRAPHIE

A contribution to the theory of the single-phase induction motor [*Contribution à la théorie du moteur d'induction monophasé*], par W.-A. Fynn. Brochure, format 21,5 × 14 cm, de 59 pages avec figures (Extraite de l'*Electrical Review* de Londres).

Cette étude très intéressante présente d'une manière très claire la théorie de ces moteurs. Elle est suivie de la correspondance échangée entre M. E. Creedy et l'auteur au sujet de certains points ayant donné lieu à discussion.

A new single-phase commutator motor [*Un nouveau moteur monophasé à collecteur*], par W.-A. Fynn. Brochure, format 21,5 × 14 cm, de 60 pages avec figures (Extraite du *Journal of Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*, de Londres.

Cette brochure reproduit la communication faite par l'auteur le 8 mars dernier à l'Institution des Ingénieurs électriciens de Londres, ainsi que la discussion qui a suivi. La question de l'application à la traction des moteurs à courant alternatif simple avec commutateur étant actuellement à l'ordre du jour, la lecture de cette étude très complète présente beaucoup d'intérêt.

CHRONIQUE

La houille blanche en Italie.

L'*Elettricista* rapporte que, d'après un relevé statistique récemment effectué par une commission spéciale, le total des ressources hydrauliques disponibles en Italie s'élève à 5 millions de ch. Pour les 58 provinces du royaume, on compte comme utilisables 24 486 chutes d'eau, torrents, etc., capables de produire 2 642 000 ch et ainsi répartis : 28,37 0/0 dans l'Italie du nord, 26,06 0/0 dans l'Italie centrale, 30,07 0/0 dans l'Italie méridionale, avec 5,45 0/0 en Sicile et seulement 0,07 0/0 en Sardaigne. Mais le calcul ci-dessus ne comprend point l'énergie utilisable des grands cours d'eau, lesquels sont en mesure de fournir environ 767 000 ch et que l'on n'utilise encore que jusqu'à concurrence de 175 000 ch. Le Tibre, à lui seul, pourrait donner 500 000 ch, alors que l'on n'en utilise, aujourd'hui encore, que 100 000 ch. Les quelques chiffres qui précèdent montrent quelles réductions appréciables l'Italie peut réaliser dans son importation de charbons étrangers, importation qui s'élève aujourd'hui à 150 millions de francs par an. — G.

-oo-

Le régime futur de l'électricité à Paris.

La question du régime de l'éclairage électrique à Paris n'a pu être résolue par les conseillers municipaux de Paris avant leur séparation. Elle sera reprise au mois de novembre.

Dans la dernière séance, qui a eu lieu le 23 juillet, il a été adopté une proposition, déposée par M. Quentin-Beauchart, invitant l'administration à établir un cahier des charges de régie intéressée qui sera soumis à l'Union des secteurs et à MM. Schneider et Mildé, en ajoutant que si les deux groupes demandeurs n'arrivaient pas à s'entendre, la Ville de Paris devrait recourir à une mise en adjudication restreinte sur des points déterminés.

Le préfet de la Seine, interprétant cette proposition, dit qu'au point de vue administratif, le régime à préparer est celui de la régie intéressée, et qu'au point de vue technique, le régime tendra à la construction d'usines et à l'unification de canalisations.

La solution n'a donc pas fait un pas et l'on se trouve toujours en présence des mêmes difficultés, dont l'une des plus importantes, la construction de nouvelles usines, ne parait pas devoir être facilement résolue, si l'Union des secteurs n'y met pas de bonne volonté. En effet, en n'acceptant pas de céder à l'amiable au nouveau concessionnaire, les secteurs parisiens forceront la Ville de Paris à user du moyen de l'expropriation, toujours long, ce qui occasionnera un intervalle pendant lequel la « Ville Lumière » ne serait plus éclairée que par la compagnie du gaz. Il y aurait trop d'intérêts lésés pour qu'on n'envisage pas une prompte solution favorable à tous les intéressés.

(*Moniteur Industriel.*)

-oo-

Ecole pratique d'électricité industrielle.

COURS D'AUTOMOBILES

Le jury de sortie de l'Ecole pratique d'électricité industrielle, 53, rue Belliard (boulevard Ornano), à Paris, présidé par M. Eugène Sartiaux, ingénieur, chef des services électriques des chemins de fer du Nord, et composé de MM. Blondin, directeur de la « Revue électrique »; Labour, ingénieur-directeur technique de la société « l'Eclairage électrique »; Maurice Leblanc, ingénieur-conseil des sociétés Westinghouse; Charles Mildé, ingénieur-constructeur; Robart, administrateur-délégué de la Société « l'Eclairage électrique »; Charliat, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur, et des professeurs de l'Ecole, a décerné le diplôme aux élèves dont les noms, par ordre de mérite, sont :

1 Duchamp, 2 Huard, 3 Pocard du Cosquer de Kerviler, 3 bis Champsaur, 4 Eclancher, 5 Hanrion, 6 Révillon, 7 Sautarel, 8 Cacheux, 9 Gillet, 10 Bischoff, 11 Robin, 12 Joly, 13 Vernier, 14 Mastain, 15 Claude, 16 *ex æquo* Ehrmann et Debrabant, 18 Bault, 19 Fréchet, 20 Meifredy, 21 Lantelme, 22 Holl, 23 Dromzée, 24 Martin Léon.

Le certificat d'études a, en outre, été décerné aux élèves :

1 Pitel, 2 Calonne, 3 Hervouët, 4 Pétigny de Rivery, 5 Cohen Emile, 6 Bernard, 7 Boivinet.

-oo-

Chemin de fer électrique entre Rome et Naples.

Suivant l'*Elettricista*, la maison de banque La Cana vient de présenter au ministère italien des travaux publics une demande de concession pour la construction et l'exploitation d'un chemin de fer électrique direct qui relierait Rome à Naples. L'énergie nécessaire serait empruntée à des dérivations du Volturne. L'exploitation de la ligne serait réservée à l'entreprise concessionnaire, qui ne réclame aucune subvention, pour une durée de 70 ans, après quoi cette entreprise abandonnerait gratuitement son installation à l'Etat. Le projet, accompagnant la demande ci-dessus, a été élaboré par M. Pivetta, ingénieur; il comporte les principales conditions suivantes : longueur maximum du parcours, 198 km; durée du parcours pour les trains très directs, 1 h 40; pour les trains directs ordinaires, 2 h; pour les trains mixtes, 2 h 45. La ligne projetée ne transporterait aucun article de petite vitesse. — G.

-oo-

Le téléphone en Angleterre.

Pendant les six derniers mois, plus de 100 millions de communications ont été données sur les circuits de la Compagnie nationale des Téléphones. Les recettes moyennes par communication ont été légèrement inférieures à 0,05 fr. Quand le Post Office commença à entrer en rivalité avec la Compagnie nationale, on comptait 47 053 postes. Les progrès qui ont été réalisés à ce sujet sont extrêmement remarquables. Les bureaux du Post Office, qui fonctionnent depuis quatre ans, comprennent un nombre de 31 000 postes, mais, pendant cette même période de temps, les postes de la Compagnie nationale ont atteint le chiffre de 72 860, et le total de ces postes dans les Iles Britanniques est de 362 413. Le personnel de cette Compagnie se compose de 15 702 employés; son capital engagé est de 12 millions de livres et elle a un fonds de réserve de près de 2 millions de livres. Son encaisse annuelle est de 2 210 000 livres, sans compter les 206 000 livres qu'elle paie au Post Office comme impôt. Les dépenses d'exploitation pour les six derniers mois se sont élevées à 647 846 livres et les recettes à 1 125 978 livres.

Des pourparlers sont engagés entre le gouvernement et certaines municipalités pour l'achat des réseaux téléphoniques, mais on ne peut encore prévoir de décisions. — A.-H.-B.

Les ascenseurs électriques du nouveau théâtre de Chicago.

Les bâtiments qui contiennent au rez-de-chaussée le nouveau théâtre « Majestic Theatre » de Chicago comportent 20 étages, ce qui représente une élévation totale de 78 m au dessus du sol. Sur le toit de l'édifice sont installés des moteurs électriques actionnant des ascenseurs qui sont, paraît-il, les plus élevés des Etats-Unis et probablement du monde entier. Ces ascenseurs sont au nombre de quatre, dont l'un est destiné au service des marchandises; celui-ci peut enlever 1815 kg à une vitesse d'environ 120 m à la minute et les trois autres, réservés au transport des habitants de l'édifice (nous allions dire des voyageurs), peuvent enlever un total de 1360 kg à la vitesse de 135 m par minute. Les moteurs électriques à courant continu ont une puissance de 35 ch et leur vitesse angulaire est de 60 tours par minute; ils peuvent absorber 150 ampères sous 220 volts, mais en général, pour un fonctionnement normal, 90 ampères suffisent au démarrage et 30 en vitesse. L'arbre de l'induit de chacun de ces moteurs porte sur son prolongement un treuil d'entraînement présentant un diamètre de 0,84; immédiatement en dessous de ces treuils d'entraînement sont disposés des poulies folles de 0,90 m de diamètre; les câbles venant des cages d'ascenseurs passent sur les treuils d'entraînement, s'enroulent sur les poulies folles, retournent aux treuils et de là aux contrepoids. De nombreux dispositifs automatiques de sûreté actionnent des freins, coupent le circuit, arrêtent les treuils, retiennent les cages dans les glissières, assurent enfin toute sécurité en cas de rupture des câbles ou d'arrêt inopiné des moteurs.

G. D.

Cuivrage des fils télégraphiques en acier.

L'*Elektrotechniker* rapporte que la compagnie « Postal Telegraph » de New-York se livre, sur une grande échelle, au cuivrage des fils télégraphiques en acier, en employant à cet effet 200 bains et 25 grandes dynamos. Le fil traité passe lentement dans une série de cuves, jusqu'à ce qu'il ait reçu un dépôt suffisant de cuivre, ce qui demande environ 60 heures. Chaque tonne de cuivre employée libère une quantité de 15 à 20 onces d'argent que l'on recueille au fond des cuves et dont la valeur suffit, assure-t-on, pour couvrir les frais directs occasionnés par le cuivrage. Avec son outillage actuel, la compagnie américaine donne chaque jour une gaîne en cuivre représentant 250 kg de métal à une longueur de 16 km d'un fil d'acier pesant 62,5 kg par km; elle se propose de porter bientôt sa production à 48 km par jour. — G.

Le « Tinol ».

Sous le nom de « Tinol », l'*Elektrotechnische Zeitschrift* signale une nouvelle substance au moyen de laquelle on peut obtenir des soudures. Il s'agit d'une pâte onctueuse que l'on applique sur les parties métalliques qu'il s'agit de souder ensemble, et que l'on soumet ensuite à l'action de la chaleur. On applique cet enduit avec un pinceau, une spatule ou un autre instrument de même espèce, suivant les cas, ou encore on plonge le corps à souder dans la pâte de tinol. On réalise l'échauffement nécessaire au moyen d'une flamme, ou par l'application du fer à souder ou encore de quelque autre manière convenable, au besoin en faisant brûler une allumette. Sous l'action de la chaleur la pâte, laquelle contient le métal de soudure, se liquéfie. L'endroit de la soudure, une fois celle-ci terminée, présente une connexion parfaite des deux parties réunies, sans aucune lacune, en même temps qu'une grande solidité. Il ne se produit aucun égouttement de métal avec la perte qui en est la conséquence, et aucun jaillissement d'acides et d'autres substances nuisibles ou désagréables; on n'a pas non plus besoin de recourir à l'emploi de colophane ou d'autres résines. Suivant la nature des objets qu'il s'agit de souder ensemble et leur destination, la composition du tinol varie; dans tous les cas, le métal de soudure se trouve contenu dans la pâte et les autres matières composantes assurent une bonne liaison des pièces qu'il s'agit de souder ensemble. On peut même donner au tinol une composition telle qu'il ne renferme aucun acide et aucune matière vénéneuse, en sorte qu'il s'emploie utilement même là où il faut éviter toute détérioration des parties métalliques qu'il s'agit de réunir et où un lavage ultérieur est impossible. Ce qui recommande le tinol particulièrement pour tous les travaux de la mécanique ordinaire et de la mécanique de précision, c'est qu'on peut avantageusement l'employer pour souder les points difficilement accessibles, les petits organes des bijoux, etc.; il suffit, en effet, d'appliquer, en l'endroit voulu, une couche de tinol et de chauffer ensuite. On peut ainsi souder ensemble, ou pourvoir d'une enveloppe d'un autre métal, différents corps, tels que le zinc, le plomb, le cuivre, le laiton, le nickel, le fer-blanc, la tôle, le fer-battu, l'acier. — G.

Législation fédérale suisse, sur l'utilisation des forces hydrauliques.

Il résulte d'un rapport du bureau fédéral de statistique que 90 434 signatures sont parvenues à l'autorité fédérale pour appuyer une demande d'initiative populaire tendant à ce qu'il soit inséré dans la Constitution un nouvel article 23 *bis* concernant la législation fédérale sur les forces hydrauliques. De ces 90 434 signatures, il faut soustraire 378 non valables. Il reste ainsi 90 056 signatures. La demande d'initiative a la teneur suivante :

Art. 23 *bis*. — La législation sur l'emploi des forces hydrauliques appartient à la Confédération. Toutefois les cantons ou les ayants-droit désignés par la législation cantonale perçoivent seuls les taxes et les redevances dont l'emploi des forces hydrauliques est grevé. A partir de la promulgation du présent article, toute nouvelle concession octroyée ne le sera que sous réserve des dispositions de la future législation fédérale, et l'énergie produite par les forces hydrauliques ne pourra être transportée à l'étranger qu'avec l'autorisation du Conseil fédéral.

Les signatures valables se répartissent comme suit entre les cantons : Zurich 34 454, Berne 3808, Lucerne 1984, Uri 505, Schwyz 2212, Obwald 249, Glaris 4271, Zoug 1408, Fribourg 88, Soleure 5483, Bâle-Ville 4486, Bâle-Campagne 6207, Schaffhouse 1141, Appenzell (Rhod. Ext.) 1226, Appenzell (Rhod. Int.) 73, St-Gall 8626, Grisons 243, Argovie 5094, Thurgovie 6535, Tessin 909, Vaud 305, Valais 349, Neuchâtel 457. — Total 90 056.

Un rapport sera adressé à l'Assemblée fédérale sur la vérification des signatures.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 818 1er Septembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

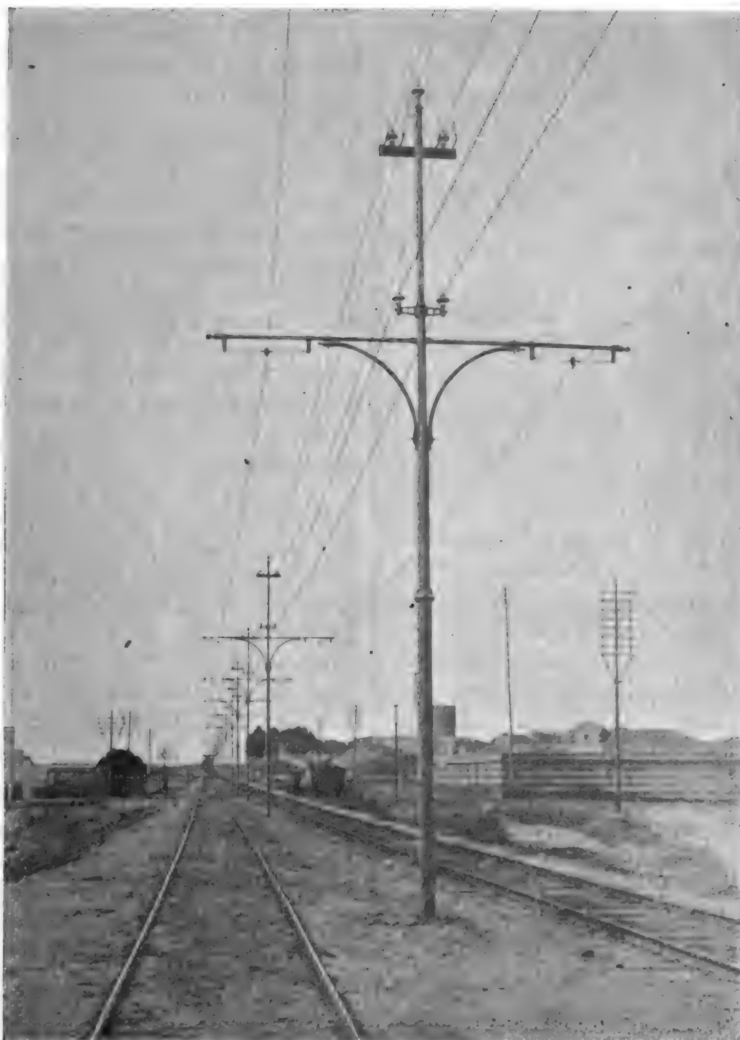
La Couverture du 31e volume (Janvier-Juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

LE TRAMWAY ÉLECTRIQUE
D'ALEXANDRIE A RAMLEH
(Egypte)

Les lignes électriques de chemin de fer se sont rapidement multipliées depuis quelques années sur les côtes de la Méditerranée : en Espagne, dans le sud de la France, en Italie aussi bien qu'en Sicile et en Egypte; telles sont les nouvelles lignes en fonctionnement de Palerme, de Naples et d'Alexandrie.

Le matériel générateur qui alimente la ligne Alexandrie-Ramleh se compose de moteurs à vapeur horizontaux, type Tosi, directement accouplés à des alternateurs triphasés, construits par la maison Brown-Boveri, de Baden (Suisse). La station renferme deux groupes de 600 kw chacun à la vitesse angulaire de 107 tours par minute; ces courants triphasés sont produits à la tension de 6500 volts et à la fréquence 25.

Les moteurs sont alimentés par 10 chaudières travaillant à la pression de 10 kg par cm²; elles sont pourvues d'économiseurs Green et de pompes Worthington. Les alternateurs sont à inducteur tournant et le courant d'excitation est produit à l'aide de deux dynamos à courant continu de 35 kw chacun. Les courants sont transmis, par lignes aériennes montées sur poteaux en fer, à la sous-station de Bulkeley à Ramleh, c'est-à-dire à environ 12,9 km de la station génératrice. Les conducteurs à haute tension sont fixés sur des bras transversaux au sommet des poteaux; les fils du trolley sont disposés au-dessous sur des consoles s'avançant



Ligne du chemin de fer électrique d'Alexandrie à Ramleh.

au-dessus de la voie. La sous-station est pourvue de trois groupes de transformateurs, comprenant chacun trois transformateurs de 110 kw, montés en triangle et réduisant la tension initiale de 6500 volts à 350 volts. Les courants alternatifs sont alors transformés, par trois convertisseurs rotatifs de 300 kw chacun, fonctionnant à la vitesse angulaire de 500 tours par minute, en courant continu à 560 volts, qui est distribué sous cette forme aux moteurs des voitures. Afin de provoquer le démarrage des convertisseurs rotatifs, un groupe moteur générateur leur est adjoint et consiste en une dynamo à courant continu actionnée par un moteur synchrone de 50 chx.

La station génératrice comporte également un convertisseur rotatif de 350 kw alimenté par trois transformateurs réducteurs semblables à ceux de la sous-station de Ramleh. Quatre groupes de feeders relient la sous-station à quatre sections de la ligne, deux desservant la partie comprise entre Bulkeley et San-Stefano, et les autres, celle comprise entre Bulkeley et Alexandrie. Cette ligne est la propriété de la Compagnie Alexandrie et Ramleh qui possède et exploite également les lignes urbaines qui, précédemment, avaient été installées par la Société anonyme des tramways d'Alexandrie, ayant son siège à Bruxelles. Le matériel roulant comporte des voitures automotrices de première classe et des voitures remorquées de seconde classe avec impériale.

Frank-C. PERKINS.

COMPARAISON
ENTRE LES MACHINES A VAPEUR ET LES MOTEURS A GAZ
DE GRANDE PUISSANCE

L'*Electricien* a publié, dans son numéro du 14 juillet de cette année, sous le titre : *Utilisation des gaz de hauts-fourneaux*, un article de M. W. Diermann, fort intéressant, mais dont les conclusions n'ont pas été sans causer quelques surprises aux constructeurs de moteurs à gaz et aux industriels qui se servent de ces machines.

Après avoir, en effet, rappelé que les machines à combustion interne avaient un rendement thermique beaucoup plus élevé que celui de la machine à vapeur, que l'utilisation directe d'un volume déterminé de gaz de hauts-fourneaux dans un moteur à gaz permettait d'obtenir une puissance disponible beaucoup plus importante qu'en brûlant ces mêmes gaz sous des chaudières et que, par conséquent, dans le cas envisagé, la machine à vapeur ne pouvait donner une force équivalente à celle du moteur à gaz sans une notable dépense supplémentaire de charbon, M. Diermann arrive à cette conclusion, au moins paradoxale, que le moteur à gaz, même en utilisant comme combustible des gaz de hauts-fourneaux, a un rendement économique inférieur de 23 à 60 0/0 à celui de l'installation à vapeur correspondante. Où s'arrêterait donc la comparaison, s'il s'agissait d'utiliser des gaz pauvres?

Pour dissiper toute équivoque, nous allons reprendre le problème posé dans son ensemble et en rechercher la meilleure solution.

Nous rappelons qu'il s'agit de déterminer le prix de revient du kilowatt obtenu soit par machine à vapeur, soit par moteur à gaz, en utilisant dans ce dernier cas exclusivement 13 000 m³ de gaz de hauts-fourneaux disponibles par heure.

On peut admettre avec M. Diermann que ces 13 000 m³ de gaz de hauts-fourneaux sont capables de produire 4500 ch ou 3000 kw.

Pour utiliser une telle puissance, il est tout à fait inutile de prendre des unités de 1500 ch, car le rendement du moteur à gaz, à l'inverse de ce qui se passe pour la machine à vapeur, ne croît pas avec la puissance et, d'autre part, à partir d'une certaine puissance. les prix d'installation rapportés au cheval sont presque indépendants du nombre des unités adoptées.

Une autre considération qui a son importance, c'est que plus les machines sont de puissance réduite, plus la visite des organes est facile et plus la marche de l'ensemble de l'installation est économique, car on peut ainsi ne mettre en service que le nombre de machines, strictement nécessaire, qui convient pour assurer à chaque instant le service. Enfin, dans l'état actuel de la construction et avec des gaz bien épurés, un seul moteur de rechange suffit et il coûte d'autant moins cher naturellement que les unités sont de plus faible puissance.

Dans le cas qui nous occupe, nous installerions de préférence 7 machines de 750 ch qui, avec la quantité de gaz disponible, resteront capables d'une surcharge d'au moins 10 0/0.

En ce qui concerne l'installation à vapeur, M. Diermann suppose d'abord qu'il est possible d'obtenir des chaudières à rendement de 70 0/0, surchauffeur compris. Si, par hasard, dans un essai, on a jamais pu arriver à un pareil résultat, même en brûlant du charbon, il est bien certain, dans tous les cas, que c'est un résultat tout à fait impossible à obtenir en pratique. Avec l'emploi du charbon, il faut déjà un chauffeur bien habile pour que, sans surchauffeur, on arrive à un rendement de chaudière de 60 0/0 et il faut remarquer que le surchauffeur, qui diminue les consommations en vapeur des machines, ne procure jamais, même

dans les meilleures conditions d'installation, qu'une faible économie de combustible.

Enfin une chaudière chauffée au gaz de hauts-fourneaux non épuré a, en général, un rendement très bas.

Mais admettons, ce que le mémoire n'a pas prévu, que les chaudières ne soient alimentées que de gaz bien épuré et que, grâce à cette précaution, leur rendement atteigne pratiquement le chiffre de 60 0/0, surchauffeur compris, afin de ne pas trop désavantager la machine à vapeur dans notre comparaison.

Quant à ne dépenser que 7,2 kg de vapeur par kilowatt en service courant, même avec une grosse turbine, c'est tout à fait inadmissible et inférieur, du reste, aux garanties données par les constructeurs, même pour des essais.

D'ailleurs 7,2 kg de vapeur par kilowatt font, avec un excellent rendement de dynamo, 4,9 kg par cheval effectif ou 2900 calories en comptant 593 calories par kg de vapeur surchauffée à 310° et à 10 kg, ce qui est un chiffre qui correspond à un moteur à gaz et non à une machine à vapeur.

Les meilleures machines à vapeur à piston, qui sont plutôt plus économiques que les turbines, consomment au moins 4000 calories par cheval effectif, ce qui correspond, environ, à 5900 au kw ou 10 kg de vapeur.

Encore ne comptons-nous rien pour les condensations dans les conduites et les fuites, pratiquement inévitables, qui prennent toujours une importance considérable dans le cas d'emploi de vapeur surchauffée.

On peut donc considérer qu'une consommation de 10 kg de vapeur par kilowatt « en marche industrielle » est un chiffre très bas.

Il faut encore supposer, pour l'emploi des turbines, que l'on a à sa disposition le *fleuve* qui est nécessaire pour assurer la condensation de la vapeur dans de bonnes conditions, ce qui n'est pas toujours le cas.

Il résulte de tout ceci qu'avec 13 000 m³ de gaz à 900 calories, on produira à l'heure au plus 11 900 kg de vapeur à 10 kg et à 310°, qui donneront au grand maximum 1190 kw ou 1790 ch.

Donc pour produire 4500 ch, il manquera 2710 ch exigeant une consommation horaire de 18 000 kg de vapeur qui ne pourront être produits que par 4150 kg de charbon à 7200 calories.

Examinons maintenant les frais de premier établissement dans l'un et l'autre cas.

DEVIS D'INSTALLATION PAR MOTEURS A GAZ.

7 moteurs de 750 ch à 140 tours, complets avec leurs collecteurs de gaz et d'échappement et matériel de mise en route automatique par l'air comprimé	700 000 fr
Tuyauteries et raccords	15 000 »
A reporter.	715 000 fr
Report.	715 000 fr
7 alternateurs correspondant aux moteurs	200 000 »
Bâtiments, 800 m²	40 000 »
1 pont roulant de 15 tonnes	6 000 »
Fondations	25 000 »
Epuration des gaz	20 000 »
Divers et imprévus	54 000 »
Total.	1 060 000 fr

Les principaux chiffres ci-dessus sont extraits de devis de constructeurs.

DEVIS D'INSTALLATION A VAPEUR.

Batterie de chaudières chauffées au charbon pour produire 18 000 kg de vapeur par heure et batterie de chaudières chauffées au gaz pour produire 11 900 kg de vapeur avec réchauffeur et surchauffeur d'une surface totale de chauffe de 1820 m²	167 000 fr
Pompes alimentaires et accessoires de chaufferies	18 000 »
3 turbo-générateurs pour produire 4500 ch	705 000 »
Tuyauteries	30 000 »
Bâtiments	40 000 »
1 pont roulant de 15 tonnes	6 000 »
Fondations	25 000 »
Epuration du gaz	20 000 »
Cheminées	60 000 »
Divers	54 000 »
Total.	1 125 000 fr

Nous avons respecté les prix unitaires du mémoire, mais nous devons faire remarquer que les prix de fondations et de bâtiments sont estimés bien trop bas par rapport aux estimations faites pour les moteurs à gaz. De plus, on suppose que les chaudières pourraient vaporiser plus de 16 kg de vapeur par mètre carré, ce qui est beaucoup.

Nous avons ajouté le coût de l'épuration du gaz, sans laquelle le rendement des chaudières serait très médiocre, et celui des cheminées qui avaient été oubliés.

Nous supposons encore qu'on ait l'eau à discrétion et qu'il n'y a pas à faire d'installations très coûteuses pour refroidir la quantité formidable d'eau de condensation que nécessitent les turbines.

Nous voyons déjà que l'installation à vapeur coûte plus cher que l'installation à gaz. Il fallait bien s'y attendre puisque d'un côté on n'a que des machines et que de l'autre, on a en plus des chaudières.

AMORTISSEMENTS ET INTÉRÊTS

M. Diermann estime devoir adopter comme taux d'amortissement 15 0/0 pour l'installation à vapeur et 20 0/0 pour celle à gaz, parce que, dit il, les moteurs à gaz sont moins perfectionnés et plus perfectibles que les turbines à vapeur et qu'il ne

serait pas logique d'adopter le même taux d'amortissement pour ces deux types d'engins dont l'un peut tout au moins être d'une construction démodée sous peu d'années et que, d'autre part, les matériaux employés sont soumis à des conditions de travail et de température autrement destructives dans le moteur à gaz que dans la turbine à vapeur.

Voilà un raisonnement qui est au moins spécieux.

D'abord la turbine à vapeur pratique n'est pas tellement ancienne qu'on ne puisse espérer la perfectionner, quand ce ne serait qu'au point de vue de l'emploi des hautes pressions et de la condensation qui ne sont pas sans présenter des difficultés avec ce genre d'appareils.

En ce qui concerne la destruction des organes sous l'action des températures élevées, la turbine marchant à vapeur surchauffée est bien plus exposée que le moteur à gaz qui, avec toutes ses parties refroidies, ne risque absolument rien.

Tous les constructeurs de turbines à vapeur, précisément, déplorent l'effet nuisible de la haute surchauffe de la vapeur sur les aubes, dont le métal subit des modifications capables d'amener des ruptures et des accidents.

Avec la construction actuelle des moteurs à gaz, au contraire, aucun organe ne peut chauffer d'une façon anormale, car on refroidit non seulement les cylindres et les pistons, mais encore l'intérieur des soupapes et avec une bonne épuration du gaz, les moteurs à gaz demandent moins d'entretien que les machines à vapeur avec les condenseurs et les chaudières.

Quant à attendre des perfectionnements inconnus et insoupçonnés pour décider du choix d'une machine, c'est une méthode qui n'est pas industrielle, car elle empêcherait de jamais rien faire.

Quand il est prouvé que des appareils nouveaux donnent des résultats, certains tant comme fonctionnement que comme économie, on les prend évidemment pour ce qu'ils sont capables de faire et il n'y a aucune raison pour les rejeter sous prétexte qu'ils sont perfectibles. D'abord qu'en sait-on? La théorie assigne d'ailleurs des limites aux perfectionnements et les progrès réalisés dans les moteurs à gaz en ces dernières années ont singulièrement rétréci le champ des améliorations possibles.

En comptant sur 6000 heures de travail par an, les frais d'amortissement dans les deux cas rapportés à l'heure seront :

Installation à gaz.	26,50 fr
Installation à vapeur. . . .	28,20 fr

FRAIS D'EXPLOITATION.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, des moteurs alimentés de gaz bien épurés demandent très peu de surveillance et d'entretien, même au point de vue du graissage qui se fait sous pression et avec des réservoirs qui ne s'alimentent qu'à de longs intervalles.

Deux hommes suffisent parfaitement pour conduire six moteurs de 750 ch se trouvant dans la même salle.

Ajoutons-en un pour le nettoyage et aider aux réparations, s'il y avait lieu, du moteur arrêté et la surveillance de l'épuration.

Cela fait deux équipes de 3 hommes gagnant 3,50 fr par jour, chiffre du mémoire, par exemple, et travaillant 340 jours par an. Les frais répartis sur 6000 heures font par heure environ 1,19 fr.

Pour la consommation d'huile, adoptons le chiffre de 1,25 gr par cheval-heure, mais l'huile à employer ne coûte que 0,35 cent. le kg, ce qui fait moins de 2 fr l'heure.

Totalisons les frais et amortissement, nous avons une dépense horaire, dans le cas des moteurs à gaz, de :

$$26,50 + 1,19 + 2 = 27,89 \text{ fr}$$

Pour l'installation à vapeur, gardons le chiffre du mémoire pour le personnel des machines, soit 0,793 fr à l'heure.

Pour les chaudières, ne comptons qu'un homme pour celles chauffées au gaz ; mais pour la batterie alimentée au charbon, on ne peut compter moins de 8 hommes, étant donnée la quantité de charbon à brûler par heure, ce qui nécessite, en tout, deux équipes de 9 hommes chacune ; en comptant leur salaire à 3 fr et dans les mêmes conditions que ci-dessus, cela fait 3,06 fr par heure. Une réduction de personnel donnerait d'ailleurs une économie relative peu sensible.

Nous gardons pour la consommation d'huile le chiffre de 0,30 fr. par heure qui est bien faible.

D'autre part, on consomme par heure 4,150 t. de charbon estimé à 12 fr., ce qui représente une dépense horaire de 49,75 fr.

Totalisons les dépenses, nous avons :

$$28,20 + 0,793 + 3,06 + 0,30 + 49,75 = 82,103$$

Donc l'installation à vapeur coûte à l'heure, à puissance égale produite, près de 200 0/0 plus cher que l'installation à gaz.

Pour la charge réduite, avec les dispositions que nous avons adoptées, l'avantage du moteur à gaz subsiste complètement, car la division des unités permet toujours de maintenir les machines en service dans le voisinage de leur pleine charge.

Les conclusions auxquelles nous arrivons sont d'ailleurs sanctionnées par la pratique, ce qui est bien la meilleure des preuves.

Il suffit, pour avoir d'excellents résultats avec des moteurs à gaz, non d'avoir recours à des monstres, mais de diviser la force totale dont on a besoin, en unités capables de s'adapter le mieux au travail spécial de l'usine et, jusqu'à 2/3 de charge, le rendement thermique effectif ne baisse proportionnellement pas plus dans les moteurs

tels que nous les construisons, par exemple, que dans les machines à vapeur.

Nous irons maintenant plus loin que M. Diermann et nous allons envisager le cas d'une même installation, non pas alimentée de gaz de hauts-fourneaux, mais de gaz pauvre produit par des gazogènes. Ce cas concerne toute l'industrie, en général, et est encore, par conséquent, plus intéressant à considérer que le simple emploi de gaz de hauts-fourneaux dont l'avantage était évident *a priori*.

Il existe aujourd'hui des gazogènes, et ceux de notre système en particulier, qui s'accommodent très bien de menus maigres, grésillon de coke, etc., ne coûtant pas plus de 15 fr la tonne dans les régions où l'on peut trouver du charbon de chaudières à 7200 calories à 12 fr.

On peut même utiliser souvent des combustibles moins chers que le charbon pour générateurs. A titre d'exemple curieux, nous citerons les forges de Sedan ou la Compagnie de Fives-Lille, concessionnaires de nos systèmes de moteurs et de gazogènes, qui ont monté des installations qui marchent jour et nuit en charge, uniquement alimentées d'escarbilles de fours à pudler, autrefois inutilisables dans aucun foyer.

Mais conservons le prix de 15 fr la tonne pour le combustible afin de rester dans un cas général.

Une installation à gaz pauvre complète, avec toutes les tuyauteries, fondations et un gazogène de secours, hangar pour les gazogènes proprement dits, coûte pour 4500 ch 200 000 fr.

Cette installation comportant l'épuration du gaz, c'est seulement 180 000 fr qu'il faut ajouter à notre devis primitif qui se monte alors à 1 186 000 fr.

L'amortissement par heure devient de 29,50 fr.

La conduite des gazogènes étant extrêmement facile, deux équipes de deux hommes suffiront pour leur surveillance et leur entretien.

En estimant leur salaire à 3 fr et dans les mêmes conditions que ci-dessus, on arrive à une dépense horaire de personnel de 0,68 fr.

Dans une installation de ce genre, on peut compter sur une consommation de 450 gr de charbon par cheval-heure effectif, soit une dépense par heure pour 4500 ch de 30,40 fr.

Additionnons les frais rectifiés, nous avons :

$$29,50 + 1,19 + 2 + 0,68 + 30,40 = 63,68.$$

Du côté de l'installation à vapeur, le prix de premier établissement se trouve diminué de 20 000 fr par la suppression des appareils d'épuration de gaz. Il est donc de 1 105 000 fr.

Le taux d'amortissement à l'heure est, dans ce cas, de 27,60.

Nous supposons, d'autre part, que le personnel reste le même et nous comptons que le charbon supplémentaire dépensé pour produire le supplément de 11 900 kg de vapeur à l'heure, soit de 2740 kg à 12 fr, représente une dépense horaire de 32,80.

Totalisant les amortissements et frais, nous avons :

$$27,60 + 0,793 + 3,06 + 0,30 + 49,75 + 32,80 = \\ = 114,303.$$

Donc même avec l'emploi d'un charbon plus cher pour le moteur à gaz que pour la machine à vapeur, le prix de revient de la force est encore de près de 80 0/0 plus élevé par la vapeur que par le gaz pauvre dans des installations de 4500 ch.

Pour des installations plus réduites, ces différences vont naturellement en croissant en faveur du moteur à gaz, car, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, le rendement thermique du moteur à gaz ne varie pas sensiblement avec la dimension des machines, tandis que les machines à vapeur sont d'autant plus économiques qu'elles sont plus puissantes.

Pour nous résumer, nous voyons que pour une production de 3000 kw, le kilowatt-heure :

Par moteur à gaz alimenté de gaz de hauts-fourneaux, amortissement et frais compris coûte	0,0093 fr
Par machine à vapeur exigeant un complément de charbon.	0,0273 fr
Par moteur à gaz et gazogène alimenté de charbon à 15 fr la tonne. . . .	0,0212 fr
Par machine à vapeur et chaudière alimentée de charbon à 12 fr. . .	0,0381 fr

L. LETOMBE.

LE FOUR ÉLECTRIQUE A INDUCTION HIORTH

L'*Elektrotechnische Anzeiger*, donne la description et la figure ci-après d'un nouveau four électrique à induction, destiné à produire une fusion continue et construit par un ingénieur norvégien, M. Albert Hiorth :

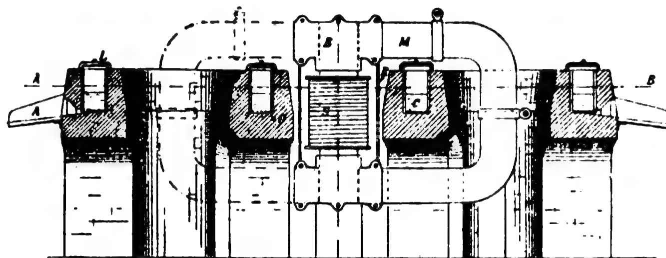
Dans cet appareil que l'on peut comparer à un transformateur ordinaire, le courant alternatif à haute tension est amené à la bobine S, formée d'un enroulement en fil de cuivre isolé et disposée autour sur un noyau M. Par suite, un courant secondaire de basse tension et de haute intensité se trouve induit dans le four E qui a la forme d'un anneau, ainsi que dans sa charge C. Le four est monté autour d'une des branches de l'électro-aimant M et il représente, dans le cas qui nous occupe, l'enroulement secondaire du transformateur.

Quand, par exemple, on amène à la bobine un courant de 90 ampères sous 3000 volts, on obtient, dans la charge, un courant de fusion de 3000 ampères $\times$ 70 volts. Ce courant de fusion agit sur la substance que contient le four C, sans que l'on ait à employer des électrodes. Ces dernières, comme on le sait, sont dispendieuses (en effet, pour

produire une tonne de fer ou d'acier, on dépense environ 3,75 fr. en électrodes); en outre, les électrodes en question s'usent rapidement et leur mise en place et leur retrait, pendant que le four ordinaire est en activité, comportent de nombreuses difficultés. Il faut noter, de plus, un inconvénient que comporte l'emploi des électrodes : c'est que celles-ci altèrent facilement la charge,. par exemple quand il s'agit de la fonte de l'acier; en effet, les électrodes en charbon peuvent alors se dissoudre directement dans la charge et altérer ou tout au moins diminuer la qualité de cette dernière.

Dans la fabrication de l'acier et d'autres métaux, il est souvent nécessaire de pouvoir éliminer l'action de l'atmosphère sur la matière; or, la chose n'est possible que dans un four à induction, ce dernier ne nécessitant aucune ouverture dans les parois pour le passage des électrodes.

Le four Hiorth proprement dit consiste en un revêtement creux et cylindrique en maçonnerie dans lequel le récipient annulaire O offre la place suffisante pour le logement de la charge C. Durant la fusion, le four est fermé, à sa partie supérieure, au moyen des couvercles L. La charge est introduite par le haut et les scories sont éloignées par l'écrémage (ou par une ouverture de coulée placée plus haut); le métal pur s'écoule en A. L'écran R protège les bobines contre la chaleur rayonnante du four.



Four à induction Hiorth.

Comme on le sait, en raison des températures élevées que nécessite son fonctionnement (environ 2000° C et plus), chaque four électrique exige des réparations importantes et doit être fréquemment reconstruit à nouveau. Il importe alors que le revêtement incombustible sèche lentement et uniformément, une fois les réparations effectuées; mais cette condition réclame beaucoup de temps et entraîne, par suite, des pertes, car la production se trouve être nécessairement interrompue et conséquemment restreinte durant la réparation, sans compter qu'il est difficile de provoquer un courant d'induction dans la charge, lorsque cette dernière ne présente pas déjà un commencement de fusion.

Il est donc d'une importance extrême que le fonctionnement d'un four électrique demeure ininterrompu : or, cette continuité, on l'obtient avec le système Hiorth d'une manière aussi simple que pratique, en employant simultanément le même électro-aimant M pour deux fours ou plus. Grâce à cette circonstance, quand il y a lieu de reconstruire un des fours, on fait passer une partie de la charge dans l'autre four, et en même temps, on monte sur ce dernier la partie mobile attribuée au four mis hors d'usage (voir la partie pointillée de la figure), après quoi on peut immédiatement continuer la fusion. L'on obtient donc ainsi une continuité parfaite du fonctionnement, ainsi qu'une utilisation entière de la partie la plus coûteuse de l'installation, c'est-à-dire de la partie électrique.

Avec les fours ordinaires, au début de la fusion et une fois que chaque revêtement a été établi, on doit s'assurer que l'opération s'effectue réellement, et cela en faisant intervenir des moyens artificiels, car la charge se trouve être, avant l'entrée en fusion, mauvaise conductrice. A cet effet, on emploie des électrodes scellées dans la base du four, ou bien encore on insère des anneaux en fer pour mettre en marche la fusion.

Par contre, dans le four Hiorth, aussitôt que ce dernier est en service, on évite ces moyens artificiels. Les transformateurs nécessaires dans les fours à électrodes et les coûteux conducteurs secondaires correspondants sont ici absents; et on réalise ainsi une économie de place, puisque le four lui-même joue le rôle de transformateur.

Le four à induction Hiorth représente donc un progrès appréciable en matière de fusion électrique et il promet d'avoir la plus grande importance pour l'industrie électrométallurgique norvégienne, laquelle a déjà l'avantage de disposer de forces hydrauliques à bon marché et d'excellents minerais.

L'invention de M. Hiorth a été accueillie avec intérêt dans les cercles compétents : deux sociétés par action, l'une norvégienne et l'autre étrangère, se seraient déjà organisées pour mettre des fours du système Hiorth en vente dans le cours même de l'été de 1906.

G.

L'USINE GÉNÉRATRICE DE LIVET (ISÈRE)

M. Brunhes, président de l'Association des ingénieurs-électriciens sortis de l'Institut Montefiore, a inauguré sa présidence, le 28 janvier dernier, en faisant une communication des plus intéressantes sur les installations électriques de la ville de Grenoble.

Ayant eu l'occasion, lors du Congrès de la houille blanche, tenu en 1902, de donner une description sommaire de l'usine génératrice de Livet (1) qui, actuellement, alimente Grenoble, nous avons pensé qu'il serait intéressant de donner de plus amples détails sur cette installation, détails que nous allons emprunter, en grande partie, à la communication faite par M. Brunhes.

Installation hydraulique. — L'usine de Livet, utilise, sous une chute de 60 m, les eaux de la Romanche, à l'aide d'une dérivation souterraine établie au pont de l'Aveynat, à 2 km du village de Livet, en amont de Rioupéroux.

La prise d'eau est en déversoir latéral avec barrage fixe de retenue et pertuis de chasse, afin d'éviter l'engorgement du canal de dérivation et d'obtenir, en outre, une décantation partielle des sables tenus en suspension, en n'admettant que l'eau de la nappe superficielle.

Le déversoir de prise d'eau précède immédiatement le pertuis de chasse. Sa crête se trouve inférieure de 60 cm à celle du barrage de retenue et supérieure de 2 m au fond du pertuis. Sa longueur lui permet de débiter 25 m³ par seconde, lorsque l'eau est retenue au niveau de la crête du barrage. Une grille de garde, inclinée à 30°, arrête les corps flottants.

Le pertuis de chasse a 6 m de largeur; il est commandé par trois vannes au niveau du barrage et assure l'évacuation des apports solides. Sa pente de 3 0/0 provoque une chasse rapide et il est suffisamment profond pour assurer l'évacuation de tous les apports. Son radier, en libages maçonnés au ciment, se prolonge assez loin, aussi bien en amont qu'en aval, pour prévenir tout affouillement.

Le barrage fixe à faible retenue a été établi à 144 m du pont de l'Aveynat et sa construction a été étudiée en vue de résister au courant rapide de la Romanche et de prévenir les affouillements en aval. Il a la forme d'un arc de cercle de 60 m de rayon et a un développement de 30 m. Le profil transversal du barrage présente une double courbure qui tend à augmenter l'appel à l'amont et atténue la vitesse à l'aval; la chute se trouve amortie et les affouillements sont moins à craindre.

Une chambre d'eau, placée entre le déversoir et le canal souterrain d'amenée, opère une première décantation et régularise l'admission. Un vannage de garde sépare la chambre d'eau du canal d'amenée.

Le canal d'amenée a une longueur de 2,150 km et est creusé dans le rocher. Ce souterrain, de profil circulaire, a 3,75 m de diamètre et, par conséquent, une section de 11 m². La pente étant de 1,5/1000, l'eau s'écoule avec une vitesse de 2 m par seconde. Le canal passe sous plusieurs ravins ou couloirs d'avalanches, échappant ainsi à ce dangereux voisinage. Pour éviter les pertes par infiltrations dans les failles du rocher ainsi que dans les terrains meubles, le canal est entièrement enduit d'une couche de ciment ayant une épaisseur de 25 cm dans le terrain rocheux et de 60 cm à 1 m dans les terrains meubles.

Le canal d'amenée débouche dans une chambre d'eau creusée dans le rocher à 60 m au-dessus du niveau de l'usine. Elle est divisée en deux parties : la première, pourvue de deux vannes de chasse et d'une grille d'arrêt pour les corps flottants, sert de bassin de décantation; la seconde, où l'eau pénètre par déversement sur la cloison qui la sépare de la première, constitue la chambre d'eau proprement dite et est commandée par trois vannes verticales installées au-dessus de la cloison.

La première partie de la chambre d'eau est surmontée d'un réservoir de trop plein, aménagé en déversoir et produisant une superbe cascade artificielle rejetant à la Romanche l'eau non consommée par les turbines.

Du sol de la deuxième partie de la chambre d'eau, part la conduite forcée qui descend verticalement dans un puits taillé dans le roc et ayant 2,50 m de diamètre intérieur. La conduite est en tôle d'acier doux d'une épaisseur variant de 5 à 15 mm. L'intervalle compris entre la conduite et les parois du puits, creusé dans du granit compact, a été rempli de béton de ciment.

Arrivée au niveau de l'usine, la conduite se recourbe horizontalement, par un coude de 9 m de rayon et vient longer la salle des machines dont le sol se trouve à 5 m au-dessus du niveau de la Romanche. Un autoclave, une vanne de chasse et un tuyau de vidange permettent d'évacuer les sables entraînés et de vider complètement la conduite, soit pour la visiter, soit pour la nettoyer. Un manomètre enregistreur fait connaître à tout instant la valeur de la pression intérieure.

Suivant la vitesse d'écoulement de l'eau, l'usine de Livet dispose, sur l'arbre des turbines, d'une puissance de 9000 à 10000 ch.

(1) Voir l'*Electricien*, t. XXIV, p. 257.

Cette puissance pourra être portée à 15 000 ch avec un débit de 25 m³ d'eau, lorsque cela sera nécessaire et, à cet effet, on établira une seconde conduite forcée.

La Société électrochimique de la Romanche, à qui appartient l'usine de Livet, s'était constituée pour fabriquer du carbure de calcium. Elle a renoncé, pour divers motifs, à cette fabrication et a loué une partie de ses installations à une société s'occupant d'électrométallurgie et a conservé l'autre pour fournir à la ville de Grenoble l'énergie électrique qui lui est nécessaire et dont elle a obtenu la concession, pour quarante-cinq ans, jusqu'à concurrence d'une puissance maximum de 5000 ch.

Dans ces conditions, l'usine de Livet est actuellement divisée en deux installations distinctes.

La première, primitivement destinée à la fabrication du carbure de calcium, comporte six groupes électrogènes à courant alternatif de 1250 ch chacun, débitant, à la vitesse angulaire de 350 t : m, 14 000 ampères de courant alternatif simple sous une tension de 70-80 volts. Deux autres groupes, de 175 ch chacun, fournissent le courant d'excitation sous 70 volts.

La seconde installation a été créée exclusivement pour alimenter Grenoble en énergie électrique. Cette installation doit assurer une fourniture pouvant atteindre 5000 ch, sous forme de courants triphasés à 5000-5500 volts, dans la sous-station édifiée sur les remparts de la ville. La distance séparant Livet de Grenoble exigeant d'adopter une tension plus élevée, on a admis celle de 26 000 volts qui est celle qu'utilise d'autres sociétés de la région, afin que les différentes usines puissent se prêter secours en cas de besoin.

L'installation comporte trois groupes électrogènes ayant chacun une puissance de 2500 ch, l'un d'eux servant de réserve, et deux groupes d'excitation de 175 ch, dont un de réserve. En cas de besoin, les groupes d'excitation de l'ancienne installation peuvent fournir le courant nécessaire et l'on dispose ainsi d'une double réserve.

Les génératrices triphasées produisent le courant sous 3500 volts et des transformateurs élèvent cette tension à 26 000 volts.

Laissant de côté la description de l'ancienne installation, nous allons exclusivement étudier celle qui alimente Grenoble.

Alternateurs. — Les groupes électrogènes, au nombre de trois, sont chacun constitués par un alternateur triphasé Brown-Boveri et par une turbine du type Francis, centripète, à réaction, réglable par aubes mobiles au distributeur. Les turbines ont été construites par la maison A. et H. Bouvier de Grenoble.

Les alternateurs, construits par la société Brown, Boveri et Cᵉ, fournissent des courants triphasés, à la fréquence de 50 périodes par seconde.

Les circuits de l'induit sont montés en étoile et, à la vitesse angulaire de 375 t : m, chacun d'eux peut débiter normalement 410 ampères sous 3500 volts, soit au total 2500 kv-ampères, ce qui, avec $\cos \varphi = 0{,}70$, correspond à 2500 ch. Le facteur de puissance 0,70 a été prévu à cause de la longueur de la ligne reliant Livet à Grenoble.

L'inducteur tournant est muni de 16 pôles et pèse 12 tonnes; le poids total de l'alternateur est de 40 tonnes. Les bobines inductrices sont formées d'une bande plate de cuivre, enroulée sur champ en hélice; entre les spires s'intercale une bande de papier. Les épanouissements polaires, fixés par des vis, maintiennent l'ensemble. La vitesse périphérique atteint 42 m par seconde à la vitesse angulaire de régime et 73 m : s à l'emballement pour lequel les machines sont garanties.

Les paliers sont à rotule avec graissage à bagues et circulation d'eau dans le réservoir d'huile.

La ville de Grenoble avait demandé qu'on lui garantisse une tension secondaire, aux bornes des transformateurs réducteurs de tension à l'arrivée, pouvant être surélevée de 10 0/0 en pleine charge. D'autre part, il fallait prévoir, toujours à pleine charge, une chute de tension de 10 0/0 en ligne, plus 5 0/0 dans les transformateurs, tant au départ qu'à l'arrivée. Pour remplir les conditions imposées, on aurait été amené à produire de trop grandes variations d'excitation qui, dans certaines conditions de marche, auraient entraîné une trop forte réaction d'induit.

Afin d'éviter cet inconvénient et d'obtenir constamment un bon fonctionnement à tous points de vue, on a disposé dans l'induit un enroulement supplémentaire qu'un commutateur spécial, placé devant l'alternateur, permet de mettre ou non en circuit. Chaque bobine de l'induit est formée de 7 spires qui restent toujours en circuit et d'une spire supplémentaire. Grâce à ce dispositif, l'alternateur fournit le courant sous une tension de 3500 à 3850 volts avec 7 spires et de 3850 à 4350 lorsqu'on ajoute la huitième spire. On obtient même dans

le voisinage de 3850 volts toute une région dans l'échelle des tensions que l'on peut atteindre soit avec 7, soit avec 8 spires, ce qui permet de pouvoir facilement faire marcher en parallèle un alternateur à 7 spires avec un autre en ayant 8 en circuit. Le commutateur qui permet de passer d'une combinaison à l'autre n'est pas fait pour fonctionner en charge, car ce changement des circuits induits pendant la marche ne pourrait s'effectuer sans produire une perturbation trop considérable de la tension du réseau. Dans ces conditions, s'il faut, pendant la marche, passer d'une combinaison à l'autre, il est nécessaire de mettre en route l'alternateur de réserve pour décharger celui sur lequel on veut agir. Cela ne constitue pas un inconvénient bien grave, car on n'aura à utiliser la 8e spire qu'au moment où l'usine aura sa plus forte charge, c'est-à-dire à des époques ou à des heures faciles à prévoir à l'avance.

Ce commutateur porte, en outre, un plot mort, c'est-à-dire qu'il sert également d'interrupteur, assurant ainsi une coupure entre l'alternateur au repos et les câbles le reliant au tableau. C'est une mesure de sécurité absolue pour le cas où il est nécessaire de travailler à une réparation de l'alternateur pendant le fonctionnement du reste de l'installation.

Les rendements garantis par la Société Brown-Boveri et Cie étaient les suivants, excitation non comprise :

	Avec $\cos \varphi = 1$	Avec $\cos \varphi = 0,7$
Pleine charge . . .	0,95	0,94
3/4 de charge. . .	0,94	0,93
1/2 charge. . . .	0,92	0,91
1/4 de charge. . .	0,86	0,85

Les essais ont été faits par la méthode des pertes séparées. Les pertes par effet Joule ont été déduites de la mesure de la résistance des différents circuits. Pour déterminer les pertes dans le fer, ainsi que celles provenant des frottements et de la résistance de l'air, on a entraîné l'alternateur, à sa vitesse angulaire normale, à l'aide d'une courroie et d'un moteur diphasé dont le rendement, aux différentes charges, était bien connu.

Chaque mesure durait cinq minutes et la puissance absorbée par le moteur était mesurée par deux compteurs. On avait admis, en outre, une perte de 2 0/0 de la puissance du moteur à pleine charge pour tenir compte du glissement de la courroie.

On a constaté que la puissance nécessaire pour entraîner l'alternateur à vide, sans excitation, était de 29,1 kw et de 73 kw avec excitation, soit 44 kw pour les pertes dans le fer.

RÉSULTATS DES ESSAIS

Rendements.

Charge.	Tension en volts.	Intensité en ampères.	Nombre de bobines.	cos φ	Puissance débitée K W.	Pertes. Frott.-Air. Fer.	Pertes. Cuivre $t = 65°$	Pertes. Courants Foucault.	Pertes. Totales.	Rendements.
1/1 2500 ch.	3500	288	7	1	1742	74,5	10,34	5,17	90,01	95,1
		407		0,7	1730	74,5	20,60	10,30	105,40	94,3
	3850	262	8	1	1742	74,5	9,62	4,81	88,93	95,15
		370		0,7	1730	74,5	19,20	9,60	103,30	94,05
3/4 1875 ch.	3500	215	7	1	1305	74,5	5,74	2,87	83,11	94,0
		303		0,7	1285	74,5	11,42	5,71	91,63	93,3
	3850	196	8	1	1305	74,5	5,39	2,69	82,58	94,5
		275		0,7	1285	74,5	10,60	5,30	90,40	93,4
1/2 1250 ch.	3500	140	7	1	849	74,5	2,44	1,22	78,16	91,55
		197		0,7	836	74,5	4,82	2,41	81,73	91,1
	3850	127	8	1	849	74,5	2,26	1,13	77,89	91,6
		179		0,7	836	74,5	4,49	2,24	81,23	91,1
1/4 625 ch.	3500	65	7	1	394	74,5	0,525	0,262	75,287	84,0
		92		0,7	391	74,5	1,05	0,520	76,07	83,8
	3850	59	8	1	394	74,5	0,488	0,244	76,232	84,0
		84		0,7	391	74,5	0,990	0,495	75,985	83,8

Excitation non comprise.

On a admis :

Pertes additionnelles causées par les courants de Foucault à pleine charge, 0,50 0/0 des pertes ohmiques dans le cuivre de l'induit.

Pertes ohmiques dans le cuivre de l'induit calculées pour une température de 65°.

La figure 1 donne les caractéristiques relevées lors des essais.

Les rendements à pleine charge, à trois quarts de charge et à demi-charge sont supérieurs aux valeurs garanties; ils sont inférieurs de 1 0/0 pour le quart de charge.

On a aussi relevé les caractéristiques à vide et en court circuit pour prédéterminer la chute de tension, vérifiée ensuite après la mise en service des alternateurs. Les chutes maxima de tension garanties étaient, à pleine charge;

avec $\cos\varphi = 1$	7 0/0
avec $\cos\varphi = 0,7$.	19 0/0

Les caractéristiques relevées ont permis de constater qu'il est possible de faire varier la ension à pleine charge avec ($\cos\varphi = 0,7$), par la manœuvre du rhéostat d'excitation, depuis 3500 jusqu'à 3850 volts sans spires supplémentaires et de 3850 jusqu'à 4350 volts en mettant en circuit les bobines supplémentaires.

Au cours des essais, les induits ont été soumis pendant 3 minutes à une tension double de la tension de service, soit 8700 volts entre chaque enroulement et la masse. D'autre part, les inducteurs ont été soumis à une différence de potentiel alternative de 500 volts entre les enroulements et la masse.

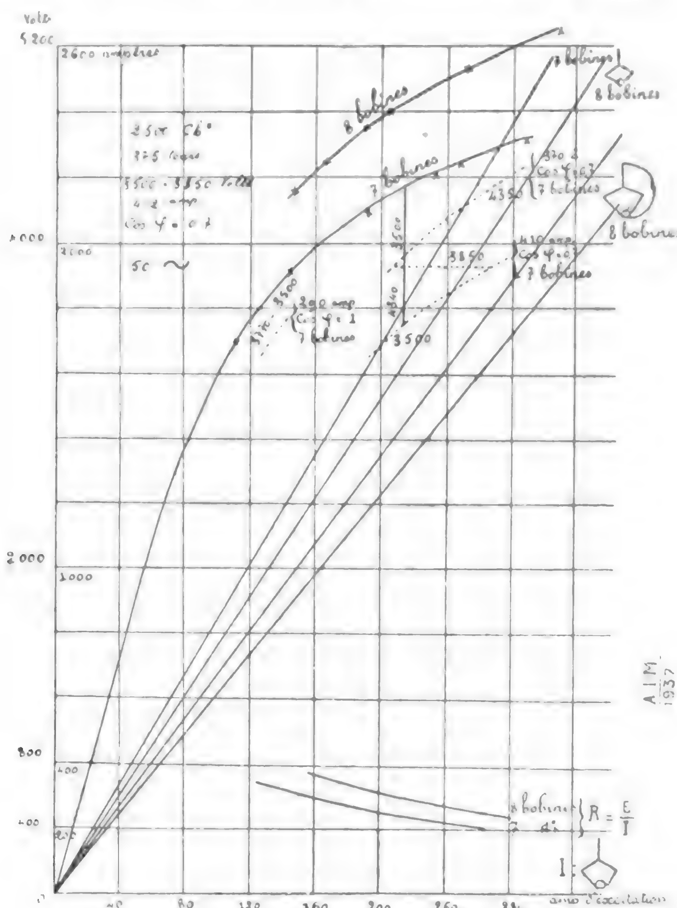


Fig. 1. — Essais des alternateurs.

Après la mise en marche des alternateurs, on a même, pour certains essais, élevé la tension jusqu'à 10 000 volts.

La vérification de l'échauffement et de la résistance générale, en marche continue et à pleine charge, a été faite après la mise en route. La charge était absorbée par un rhéostat liquide et l'on obtenait un $\cos\varphi = 0,7$ en mettant en parallèle l'alternateur essayé avec un second alternateur sous excité. L'échauffement, après un fonctionnement ininterrompu de 10 heures, a à peine atteint 25°. La ventilation était très énergique.

Le cahier des charges indiquait qne les alter-

nateurs devaient pouvoir supporter une surcharge de :

15 0/0 pendant 2 heures consécutives,
25 0/0 pendant 15 minutes,
35 0/0 pendant 2 minutes.

Ces essais de surcharge n'ont pas été effectués d'une façon méthodique, mais les incidents qui se sont produits naturellement au cours de l'exploitation ont prouvé suffisamment que les machines pouvaient résister aux surcharges produites par les courts-circuits.

(*A suivre.*)

L'EXTRACTION ÉLECTRIQUE
DE L'OR DE LA MER

La mer est en contact permanent avec des terres et des roches de toute nature, qu'elle désagrège lentement et dont elle dissout les éléments, grâce aux sels haloïdes alcalins qu'elle renferme. On devrait constater dans l'eau de mer la présence d'une infinité de sels minéraux et organiques, tandis qu'en réalité l'analyse n'y décèle qu'un nombre très limité de sels minéraux et des quantités très faibles de sels organiques.

L'oxygène qui est dissous dans l'eau de mer produit, en effet, la transformation lente de la plupart des sels solubles qu'elle renferme en oxydes insolubles. C'est ainsi que les sels de fer, de cuivre, de plomb, de nickel, de zinc, etc., qui devraient exister en grande quantité dans la mer, y font totalement défaut, par suite de leur précipitation à l'état d'oxydes insolubles.

La décomposition rapide des sels organiques produit l'élimination de ces substances. Finalement, il ne subsiste dans l'eau de la mer que des sels minéraux inoxydables à la température ordinaire, qui constituent deux séries distinctes de produits. Dans la première série, qui forme la plus grande partie de la masse minérale de l'eau de mer, on trouve les sels haloïdes et les sulfates des métaux alcalins et alcalino-terreux ; dans la seconde série, une quantité minime de sel haloïdes *d'or*, d'argent et probablement de platine.

Les sels d'or existent en quantité appréciable dans la mer. Sonstadt, après des dosages répétés, évalua sa teneur à 0,05 gr par tonne d'eau de mer (Proceed. Roy. Soc. London, 1872).

Diverses tentatives d'extraction de l'or furent faites depuis cette époque.

L'Electrolytic Marine Salt's Company se constitua à Lubeck (Etat du Maine), aux Etats-Unis d'Amérique pour exploiter l'or de la mer en 1898.

Les méthodes d'extraction employées par cette Société furent tenues soigneusement secrètes à cette époque. Les journaux américains du mois de mars 1898, qui signalèrent cette nouvelle industrie, affirmèrent alors que les bénéfices de l'exploitation devaient atteindre le chiffre de 600 fr par jour pour une mise de fonds de 250 000 fr environ.

Nous ignorons si ces superbes prévisions se trouvèrent confirmées dans la suite. Mais, en admettant que ces premières tentatives aient échoué, l'idée n'en reste pas moins excellente en elle-même, et il semble très possible d'en tirer un réel profit industriel.

Nous allons voir d'une façon rapide quelle méthode électrolytique l'on pourrait suivre pour rendre cette exploitation pratique.

L'équivalent électrochimique de l'or est égal à 1,0223. Un ampère-heure met en liberté 3,6862 gr d'or.

La combinaison de l'or avec le chlore dégage 27,3 calories. La décomposition électrolytique de la dissolution aqueuse de perchlorure d'or nécessite un courant dont la force électromotrice est environ égale à 1 volt.

Si l'on utilise un courant d'électrolyse dont la force électromotrice soit de 2 volts environ, l'on peut facilement vaincre la résistance électrique de l'électrolyte, et mettre en liberté la totalité de l'or et de l'argent renfermés dans l'eau de mer.

L'expérience démontre que la quantité d'argent est environ le double de celle de l'or, soit environ 0,1 gr par tonne d'eau.

Le choix des électrodes joue un rôle essentiel dans cette opération.

Les *cathodes* les meilleures sont constituées par des feuilles de cuivre rouge ou de plomb. Le prix élevé du cuivre fait écarter ce métal d'une installation où les surfaces d'électrodes doivent être considérables. Le plomb laminé en feuilles de 1 millimètre d'épaisseur remplit bien les conditions désirables. Les dépôts métalliques s'y font en partie sous une forme adhérente, en partie sous forme de boues.

Le dépôt adhérent à la surface du plomb peut être facilement arraché, sans altération de la cathode. Le dépôt boueux est recueilli à l'aide de deux toiles grossières entourant la feuille de plomb et cousues dans le bas. L'ensemble de ces toiles constitue des sortes de sacs poreux. Ces sacs servent en même temps à empêcher tous contacts fortuits entre deux électrodes voisines, de polarités différentes.

Les *anodes* peuvent être constituées par du graphite, du plomb ou de la *fonte grise*. Le graphite coûterait trop cher et serait désagrégé par l'électrolyse. Le plomb serait également dissous par les halogènes mis en liberté au pôle positif. La fonte grise, dont le prix est minime, résiste au contraire assez bien à l'attaque par le chlore. Le remplacement d'anodes en fonte est facile et peu coûteux. Ces anodes peuvent être venues brutes de fonte en leur donnant une épaisseur de 2 cm environ, et des dimensions assez réduites pour

pouvoir les mettre en place avec facilité; on pourrait obtenir les surfaces que l'on désirerait en multipliant leur nombre.

Les bacs d'électrolyse peuvent être creusés dans le sable de la plage et rendus étanches à l'aide du ciment armé, qui résiste parfaitement à l'eau de mer, et dont le prix d'établissement est peu élevé.

Les électrodes seraient accrochées et suspendues verticalement dans les bassins, à l'aide de barres en fonte constituant une sorte de grillage au-dessus de ces bassins.

L'on pourrait donner aux cuves une profondeur de 2 m et une largeur de 10 m. En disposant une cloison en ciment tous les 40 m, et en réunissant en batterie 100 cuves semblables, on pourrait recueillir 150 gr d'or par journée de 12 heures.

L'usine devrait être établie sur une plaeg de l'Océan ou de la Manche, afin d'y pouvoir profiter de la marée. On devrait la placer à l'entrée d'un fleuve, d'un port ou d'un bassin naturel. L'entrée du bassin d'Arcachon, par exemple, semblerait répondre à ce desideratum. Un chenal d'amont, en ciment armé muni d'une vanne, amènerait l'eau de mer, au moment de la marée montante, dans les bacs. L'eau circulerait rapidement dans les bacs entre les électrodes, et s'échapperait par un canal de fuite muni d'une autre vanne.

L'ensemble de l'installation serait disposé à une distance suffisante de la haute mer pour n'être pas endommagé par les tempêtes. L'on pourrait à volonté utiliser le flux descendant en ouvrant la vanne d'aval devenue alors vanne d'amont, ou bien arrêter la marche de l'usine pendant 12 heures. En limitant à minuit l'heure du travail du soir, et à 6 heures du matin le commencement du travail journalier, on éviterait la période pénible de travail comprise entre minuit et 6 heures du matin. En mettant chaque jour un ou deux bacs hors circuit et en relevant et nettoyant les électrodes de ces bacs, on recueillerait d'une façon régulière et continue les métaux précieux et l'on entretiendrait en bon état de fonctionnement les anodes en fonte.

En disposant les électrodes à 1 cm de distance les unes des autres, il circulerait pendant 12 heures un volume de 3000 m^3 d'eau de mer dans les 100 bacs-électrolyseurs, pour une dénivellation moyenne de 2 m due à la marée.

Chaque tranche liquide parcourrait la longueur de 10 m d'une électrode dans un espace de temps de 3 minutes environ, et l'on peut admettre que dans ces conditions la petite quantité d'or renfermée dans cette tranche liquide serait déposée à la surface de la cathode sous l'action de l'électrolyse, pour une densité de courant suffisante par unité de surface. L'intensité de courant nécessaire pour obtenir cet effet serait d'environ 5000 ampères, et sa force électromotrice de 2,5 volts environ.

Cette énergie, correspondant environ à 20 ch électriques, pouvait être obtenue à l'aide d'une dynamo à galvanoplastie actionnée par un moteur à vapeur. Faisons maintenant l'estimation du capital qui serait nécessaire pour mettre sur pied une telle fabrication.

Le capital de premier établissement comprendrait : l'achat du terrain, la construction des bassins, des barrages, vannes, l'achat des dynamos, moteurs à vapeur, électrodes et accessoires, conducteurs, construction des baraquements et des bureaux, et enfin le fond de roulement. Le total représenterait environ 200 000 fr. Les frais généraux comporteraient les appointements de l'ingénieur-directeur et des employés, les salaires du mécanicien, du chauffeur, des ouvriers et des manœuvres, évalués à 60 fr par jour environ.

En estimant, en outre, l'amortissement du capital et son intérêt, les frais d'entretien des électrodes, de renouvellement des anodes en fonte, le prix de la houille pour la machine à vapeur, etc., on trouve un ensemble de frais annuels égal à 60 000 fr environ.

La production journalière de l'or serait de 150 gr environ; on ne compterait le prix du gramme qu'à 3 fr pour tenir compte des frais de traitement chimique qu'il faudrait lui faire subir pour le purifier. On atteindrait un total brut de vente annuelle de 160 000 fr environ.

Les frais annuels étant de 60 000 fr, le bénéfice net ressortirait à 100 000 fr par an environ.

Nous n'avons pas tenu compte dans cette estimation du prix de vente de l'argent et peut-être du platine, qui seraient extraits en même temps que l'or et dont l'ensemble viendrait augmenter sensiblement les bénéfices.

Cette étude rapide et un peu superficielle nous permet cependant de nous rendre compte de la valeur industrielle très réelle, de l'exploitation aurifère de l'eau de la mer.

Albert NODON.

UN RÉFLECTEUR A DOUILLE LATÉRALE

L'*Elektrotechnische Anzeiger* donne les détails et la figure ci-dessous se rapportant à un réflecteur pour lampes électriques à incandescence que construit la fabrique Zschocke et Cie de Dresde :

On donne à ce réflecteur, de préférence, une forme conique. La douille, destinée à recevoir la lampe, est fixée non pas au sommet du cône, mais bien latéralement : par suite, la lampe se trouve placée horizontalement dans le réflecteur; il résulte de cette disposition que l'on obtient une utilisation complète des rayons lumineux éclairant la partie la plus im-

portante du réflecteur, c'est-à-dire le sommet. Dans la douille disposée latéralement on a aménagé un ressort de contact, de manière à placer la douille de la lampe en un point déterminé et à faire ainsi prendre à cette dernière une position normale. Cette position normale, dans le réflecteur, est celle où le plan passant par la boucle de fil incandescent se trouve disposé perpendiculairement à l'axe lumineux du réflecteur, en sorte que, contrairement à ce qui se passe avec les autres réflecteurs jusqu'ici connus, l'image entière de tout le fil incandescent est réfléchie — d'où une utilisation complète de la lumière qu'il s'agit de projeter et, conséquemment, une augmentation de l'éclairement.

On donne de préférence, au réflecteur, une forme conique, mais on peut adopter une autre forme quelconque, de même qu'au lieu d'une seule lampe on peut utiliser, avec un même



Réflecteur à douille latérale.

réflecteur, plusieurs lampes disposées dans des douilles latérales respectives, de manière à former une couronne. Le réflecteur Zschocke se prête particulièrement à l'éclairage des étalages de magasin et à celui des appartements en le disposant au plafond; son emploi se recommande en outre dans les usines et ateliers où il faut économiser le courant, aussi bien que pour tout éclairage dans lequel la lumière réfléchie doit être exempte de toute ombre.

Avec une lampe à incandescence de 16 bougies disposée sous un réflecteur Zschocke, on obtient un effet lumineux correspondant à 60-80 bougies.

G.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 16 JUILLET 1906.

M. E. Roux présente une note de M. G. Malfitano *sur la conductibilité électrique du colloïde hydrochloroferrique.*

M. Dastre présente une note de M. J. Larguier des Bancels sur l'*influence des non-électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé.*

SÉANCE DU 23 JUILLET 1906.

M. Lippmann présente une note de M. L. Bloch *sur la mobilité des ions produits par la lampe Nernst.*

M. H. Poincaré présente une note de M. Devaux-Charbonnel sur l'*étude expérimentale des transmissions télégraphiques.*

M. J. Violle présente une note de M. P. Massoulier *sur la relation qui existe entre la résistance électrique et la viscosité des solutions électrolytiques.*

M. Lippmann présente une note de M. A. Chassy sur l'*influence de la pression et de la forme de la décharge sur la formation de l'ozone.*

SÉANCE DU 30 JUILLET 1906.

M. H. Moissan présente une note de M. P. Fournel *sur les variations de la résistance électrique des aciers en dehors des régions de transformation.*

BIBLIOGRAPHIE

Elektrolytische Alkalichloridezerlegung mit flüssingen Metallkathoden *(Décomposition électrolytique des chlorures alcalins avec cathodes métalliques liquides)*, par R. Lucion. XXIIIe volume des Monographies d'électrochimie appliquée. Un vol., format 24,5 × 17 cm, de VIII-208 pages, avec 181 figures et 7 tables. Prix : 9 mark (Halle-s.-S., Wilhelm Knapp, éditeur).

On sait toute l'importance que présente en électrochimie l'étude de la question de l'électrolyse des chlorures alcalins. L'auteur a réuni dans cet ouvrage tout ce qui a été publié à ce sujet, soit d'après les textes des brevets accordés en différents pays, soit d'après les nombreuses publications techniques d'Allemagne, d'Angleterre, de France, de Belgique, des Etats-Unis, etc.

Il a ainsi constitué un ensemble donnant l'état de nos connaissances actuelles sur cette importante question qui est une des principales, au point de vue économique et industriel, dont l'électrochimie ait à s'occuper.

M. Lucion a divisé son travail en deux parties assez inégales comme importance. La première, comportant six chapitres, expose successivement : la théorie de l'électrolyse des chlorures alcalins avec cathode en mercure; les difficultés pratiques et généralités: les procédés brevetés, rangés par ordre alphabétique, au nombre de 50; l'historique de cette branche de l'électrolyse; les frais de fabrication par les nouveaux procédés; enfin, des tables donnant les conductibilités et les poids spécifiques des solutions de chlorures de potassium et de sodium. La seconde partie traite du procédé d'électrolyse avec cathodes métalliques fondues. Les quatre chapitres qu'elle contient sont respectivement consacrés à des observations générales, aux difficultés pratiques que présentent les opérations, à la description de six procédés brevetés et enfin à l'exposé des résultats obtenus.

Le livre de M. Lucion présente le plus grand intérêt pour les électrochimistes, car ils pourront ainsi se rendre facilement compte des travaux accomplis à ce jour avec les résultats obtenus, et diriger utilement leurs recherches.

-oo-

Lexikon der Elektrizität und Elektrotechnik (*Dictionnaire de l'électricité et de l'électrotechnique*), publié par Franz Hoppe, avec la collaboration de techniciens. Fascicules 2 à 15, pages 49 à 720, avec nombreuses figures et schémas. Format 26,5 × 17 cm. Prix de chaque fascicule : 0 fr. 70. — Prix de l'ouvrage complet : 16 fr. 70 (Wien et Leipzig, A. Hartleben, éditeur).

Lors de l'apparition du premier fascicule de ce très utile et très intéressant dictionnaire, nous avons eu l'occasion de le signaler à nos lecteurs (*Electricien*, t. XXXI, 1906, p. 206). Nous avons aujourd'hui sous les yeux, les 14 fascicules suivants dont la lecture nous permet de confirmer amplement la bonne impression produite par celle du premier.

Nous remarquons que cet ouvrage ne néglige aucune des nombreuses applications de l'électricité en donnant, à l'occasion de chaque mot cité, des explications aussi claires que concises, comme il convient dans un livre de ce genre, en les accompagnant de nombreuses figures ou schémas facilitant sensiblement l'intelligence du texte, lequel est rédigé du reste de manière à être mis à la portée aussi bien des gens du monde que des électriciens. En résumé, ce dictionnaire, dont l'utilité est incontestable, constitue un très bon ouvrage de vulgarisation.

-oo-

Elektrizitæts-Durchgang in Gasen (*Conductibilité électrique dans les gaz*), par J.-J. Thomson. Traduction allemande par le Dr Erich Marx. Un volume en 3 fascicules, format 24 × 16 cm, de VIII-588 pages, avec 187 figures. Prix : 18 mark. (Leipzig, B.-G. Teubner, éditeur.)

Le remarquable travail de M. J.-J. Thomson vient d'être traduit en allemand, avec la collaboration de l'auteur, par le Dr Erich Marx qui l'a complété par quelques notes.

Cette étude magistrale a pour objet de démontrer que la conductibilité électrique des gaz est due à la présence des ions qui, sous l'influence du champ électrique, se meuvent dans différentes directions. M. Thomson a voulu établir que les différents phénomènes observés, lorsque l'électricité traverse des gaz, viennent confirmer la théorie des ions et il ne s'est fondé, à cet effet, que sur des phénomènes donnant des résultats suffisamment précis.

On sait que l'étude des propriétés électriques des gaz présente une importance capitale, car elle permettra sans doute un jour de déterminer la nature de l'électricité et la constitution de la matière.

Grâce à la théorie cinétique des gaz, l'observation des phénomènes non électriques qui se développent dans leur milieu, conduit à des constatations plus nettes et plus précises que celles que l'on peut déduire des mêmes phénomènes se produisant dans des milieux liquides ou solides. Il en résulte que la partie de la physique s'occupant des phénomènes qui se produisent dans les gaz a fait de remarquables progrès dans ces derniers temps, étendant ainsi le champ de nos connaissances.

La théorie des ions, la découverte des rayons cathodiques, des rayons Rœntgen et de la radioactivité ont ouvert aux physiciens un nouveau champ d'étude dans lequel les propriétés électriques des gaz ont joué et joueront encore un rôle prépondérant.

Le livre est divisé en 19 chapitres traitant respectivement des sujets suivants : Conductibilité électrique des gaz à l'état normal; — Propriétés d'un gaz à l'état conducteur; — Théorie mathématique de la conduction de l'électricité à travers un gaz contenant des ions; — Effets produits par un champ magnétique sur le mouvement des ions; — Détermination du rapport de la charge à la masse d'un ion; — Détermination de la charge d'un ion négatif; — Particularités physiques des gaz ionisés; — Ionisation par les corps incandescents; — Ionisation dans les gaz enflammés; — Ionisation par la lumière (effet photoélectrique); — Ionisation par les rayons Rœntgen; — Rayons Becquerel; — Décharge par étincelles; — L'arc électrique; — Décharge dans les gaz à basse pression; — Théorie de la décharge dans les tubes à vide; — Rayons cathodiques; — Rayons Rœntgen; — Propriétés des corps électriques en mouvement.

Le remarquable travail de M. Thomson a produit, lors de sa publication en 1903, une grande sensation dans le monde des physiciens, car les nouvelles théories paraissent devoir détruire les idées admises jusqu'à présent par le monde scientifique.

-oo-

Die Theorie, Berechnung und Construktion der Dampfturbinen (*Théorie, calcul et construction des turbines à vapeur*), par Gabriel Zahikjanz. Un volume, format 24 × 16 cm, de 178 pages avec 23 figures. Prix : 6 mark. (Berlin, M. Krayn, éditeur.)

Les nombreuses applications que les turbines à vapeur reçoivent chaque jour, aussi bien dans l'industrie que dans la marine, ont attiré l'attention de certains spécialistes qui ont publié, depuis quelques années, des traités consacrés uniquement à ces nouvelles machines. Les uns ont envisagé l'étude des turbines au point de vue exclusif de leur emploi; d'autres n'ont considéré que la question théorique appliquée à la construction. C'est surtout en Allemagne que l'on trouve le plus grand nombre d'ouvrages techniques relatifs aux turbines à vapeur et il existe même plusieurs revues spéciales qui leur sont consacrées.

L'ouvrage de M. Zahikjanz traite uniquement de la théorie appliquée à la construction des turbines à vapeur. Ayant publié dans la revue *Die Turbine* une série d'articles sur ce sujet, il les a réunis en volume. Mais cette théorie, absolument personnelle, s'éloigne parfois des données scientifiques et constitue un travail entièrement original dans lequel le technicien seul pourra trouver certaines idées particulières.

Son étude comporte 10 chapitres dans lesquels il traite successivement de l'action de la pression, du rendement, de la construction, de la graduation de la vitesse, de la pression de la vapeur, de l'échappement, de la graduation de la pression, de la chaleur et des lois fondamentales des changements d'état, de la puissance thermique, de l'énergie de la vapeur et du courant de vapeur; des formules fondamentales et des

exemples numériques pour le calcul des turbines à vapeur terminent cet intéressant ouvrage.

Die Abstimmung funkentelegraphischer Sender (*Du réglage des récepteurs de télégraphie sans fil*), par A. Slaby. Deux fascicules, format 26,5 × 19 cm, ayant ensemble 85 pages avec 135 figures. Extrait de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*. (Berlin, Julius Springer, éditeur.)

M. Slaby est bien connu par le système de télégraphie sans fil qu'il a réalisé en collaboration avec M. Arco.

Dans l'étude qu'il vient de publier, il décrit les nombreuses expériences qu'il a effectuées. Tous ceux qui s'occupent de télégraphie sans fil trouveront dans ce travail des renseignements très précieux.

CHRONIQUE

Ecole supérieure d'électricité.

ÉLÈVES AYANT OBTENU LE DIPLÔME D'INGÉNIEUR-ÉLECTRICIEN

Promotion XIIe. 1905-1906.

MM. de Pistoye, Regnault, Cany, Pésez, Bion, Rolland, Nicolas, Baudis, Gaucharaud, Ferron, Carentène, Gillot, Dervillé, Kostko, Chabot, Manescau, Jouffret, Vellutini, Pertuisot, Marcandier, Vautier, Schombourger, Gajan, Engelhard, Panthier, Roche, Jégou, Neufeld, Josse, Guinant, Gillequin, Hélitas, Comte, Mével, Fabre, Bloch, Durand, Lauthier, Polack, Fröhlich, Miramont, Rossignol, Stugocki, Cathiard, Bérenger, Déchandol, Legoupil, Puppati, Jacobsfeld, Borloz, Meunier, Jacobsen, Mathieu, Touchard, Lasserre, Barraud, Gatin, Gomien, Vincent (G.), Chapelle, Berger, Jean-Joseph.

Vétérans :

MM. Sureau, Varlanesco, Letrou, Kienast.

Officiers désignés par le Ministère de la Guerre :

MM. les capitaines Viry, de Ziemkiewicz, le lieutenant Roussel.

Enlèvement des poussières dans une usine centrale.

Suivant l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, pour enlever les poussières qui se logent entre les enroulements de leurs machines et dans les autres endroits difficilement accessibles, les usines centrales anglaises utilisent un petit compresseur pneumatique électriquement actionné. Ce compresseur est disposé au-dessus du plancher de la salle des machines et commandé par un moteur de 1/2 ch; il est relié, par un tube de 25 mm de diamètre, à une chambre à air mesurant à peine 0,1 m³. De cette chambre à air se détachent des conduites, chacune de 20 mm de diamètre, qui se terminent par une soupape faisant saillie au-dessus du plancher. Chaque conduite se rend à une génératrice en prenant, à proximité de la machine intéressée, la forme d'un tube flexible entouré de fils d'acier, et elle se termine par une tuyère qui mesure 150 mm de longueur sur 20 mm de largeur, avec une ouverture de 25 × 1,5 mm de surface. Une pareille tuyère répond mieux aux besoins que celles à ouverture circulaire. Pour le nettoyage des voitures automotrices ou des moteurs distribués dans diverses pièces d'un immeuble, les mêmes usines centrales emploient un compresseur portatif pourvu d'un système de tubes flexibles. — G.

Découverte de minerais de tantale.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* rapporte que l'on a récemment découvert du minerai de tantale aux Etats-Unis, à Henryton, dans la région de Baltimore. Ce minerai se trouve encastré dans le feldspath, particulièrement sous forme de cristaux. L'analyse a révélé un contenu de 38,19 0/0 d'oxyde de tantale et de 13,21 0/0 d'oxyde de niobium. On a également rencontré des minerais de tantale à Glastonburry (Connecticut) et à Tinton (Dacotah du Sud). Ces derniers sont particulièrement riches; ils contiennent en effet 44 0/0 d'oxyde de tantale et 30,5 0/0 d'oxyde de niobium, en présentant un poids spécifique de 6,8 0/0. — G.

L'industrie électrique et les municipalités anglaises.

Depuis plusieurs années, l'Association anglaise des constructeurs électriciens, qui représente un grand nombre de maisons s'occupant spécialement de canalisations électriques et d'installations, a combattu de toutes ses forces la tendance qui se généralise dans les différentes parties du Royaume-Uni relativement à l'organisation de services municipaux réalisant des installations du même genre. Dans un certain nombre de villes, le Parlement a accordé l'autorisation, et ces villes ont fait concurrence aux maisons de construction pour la pose des canalisations, la vente des lampes, etc. Les prix ont été très abaissés et les municipalités travaillent souvent à perte; il en résulte que les industriels non seulement perdent des affaires, mais encore participent, comme contribuables, à la perte réalisée par ces municipalités. Cet état de choses crée une agitation considérable dans les villes où les corporations possèdent des usines d'éclairage électrique et de force motrice et qui désirent obtenir l'autorisation de procéder elles-mêmes aux installations des abonnés De temps en temps ces autorisations leur sont refusées, mais souvent, comme encore tout dernièrement, on leur a accordé le pouvoir d'effectuer les canalisations, de vendre l'appareillage, de louer des moteurs, etc. L'industrie électrique tout entière proteste contre la situation qui en résulte pour les constructeurs.

A. H. B.

La serrure électrique « Greif ».

L'*Electrotechniker* signale une nouvelle serrure électrique qui a reçu l'appellation « Greif » et qui est construite par la maison Théodore Finne, de Wittenberg (Allemagne). Il s'agit d'un dispositif très simple que l'on peut appliquer en quelques minutes, au moyen de trois vis, sur la face, placée dans l'intérieur d'un appartement, d'une serrure ordinaire quelconque. Le seul organe apparent est une petite tige métallique, isolée, qui pénètre dans le trou de la serrure. Il suffit de relier l'appareil, une fois celui-ci posé, à une canalisation de sonnerie électrique. Aussitôt qu'une clé ou un rossignol est introduit dans la serrure ainsi protégée, un contact s'établit entre la tige isolée et le reste de l'appareil, et la sonnerie électrique fonctionne. Le signal d'alarme est ainsi donné, non pas aussitôt après l'effrac-

tion de la porte, mais bien lorsque la porte se trouve être encore close. Le dispositif « Greif », joint à une petite pile portative pour sonnerie, peut être utilement employé par les voyageurs qui séjournent dans des chambres d'hôtel, dans des cabines de bateau, etc. — G.

-oo-

Risques d'incendie dus à l'éclairage électrique.

Des esprits chagrins ont souvent mis à la charge du courant électrique, pour déprécier le caractère utilitaire de ce dernier, des incendies imputables à d'autres causes. Aux preuves déjà produites pour établir que l'on attribue fréquemment à l'électricité des méfaits qu'elle n'a jamais commis, il n'est pas inutile d'ajouter les données suivantes, empruntées à une statistique des incendies qui ont éclaté sur le territoire de la ville de New-York durant les années de 1902 à 1905. La statistique en question classe comme il suit les sinistres survenus dans New-York, durant la période précitée, d'après les causes qui les ont occasionnés :

Imprudence dans l'emploi des allumettes. . .	2952
Cheminées, grils.	1710
Articles de fumeurs (cigares, cigarettes, pipes).	1690
Fourneaux et foyers.	1545
Bougies.	1248
Enfants jouant avec le feu.	1098
Becs de gaz, inflammation directe. . . .	894
Lampes.	826
Explosions de gaz.	687
Chute d'étincelles.	640
Appareils de chauffage à gaz.	468
Eclairage électrique.	361

La même statistique attribue les valeurs suivantes aux dégâts occasionnés par les incendies ci-dessus :

Fourneaux et foyers.	2 566 500 fr.
Allumettes.	2 504 600 »
Cheminées, grils.	1 080 000 »
Eclairage électrique.	1 038 000 »

G.

-oo-

Le wagon électrique d'inspection du tunnel du Simplon.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* signale l'existence d'un wagon d'inspection qui a été construit pour permettre l'examen périodique de la voûte du tunnel du Simplon. Cette voiture, d'après les indications de la revue autrichienne, renferme une petite usine électrique donnant le courant nécessaire pour l'éclairage. Elle a deux essieux, deux freins et une conduite de vapeur. Elle peut être insérée dans les trains. Elle porte un moteur à benzine de 6 ch et un dispositif de condensation. Le moteur actionne, au moyen de courroies, une dynamo montée en dérivation, laquelle fait 850 tours par minute et donne un courant de 50 ampères sous 65 volts. Le récipient à benzine a une contenance suffisante pour 10 h d'un fonctionnement ininterrompu. Le récipient d'eau de réfrigération, lui, renferme 700 litres de liquide. De la dynamo le courant se rend à un tableau de distribution portant l'équipement usuel, duquel se détachent cinq circuits consacrés chacun à l'alimentation d'une lampe à arc; un sixième circuit sert à l'alimentation du projecteur (20 ampères) et un septième à l'éclairage de l'intérieur de la voiture. Le même véhicule doit, en outre, au moyen des cinq lampes à arc précitées, pouvoir éclairer la voie sur une longueur de 250 m; il porte donc cinq mâts avec les dispositifs nécessaires d'attache pour les cinq lampes et les câbles correspondants. La voûte du tunnel est éclairée au moyen de deux lampes à arc spéciales disposées sur le toit de la voiture et dont la lumière tombe d'abord sur un écran blanc fixé en bas, puis se réfléchit sur la voûte. Le projecteur, fixé au châssis de la voiture, peut se tourner dans toutes les directions — G.

-oo-

Appareil électrique contre le mal de mer.

L'*Elettricista* rapporte que la maison Ott, de Berlin, a imaginé un appareil assez ingénieux avec lequel on peut prévenir et arrêter le mal de mer. Cet appareil, essayé sur le paquebot « Patricia » de la ligne Hambourg-Amérique, aurait donné des résultats satisfaisants. Il est des plus simples : il se compose uniquement, en effet, d'un grand et commode fauteuil dont le fond est soumis à des vibrations rapides au moyen d'un moteur électrique actionné par le courant même qui sert à l'éclairage du navire. La personne qui prend place dans ce fauteuil éprouve presque la même sensation que sur une automobile; les mouvements vibratoires, accompagnés de sursauts, diminuent l'effet physiologique produit par le tangage, et les nombreuses et petites oscillations de l'appareil équilibrent à peu près le lent mouvement oscillant du bâtiment. Aussitôt qu'un passager commence à éprouver les symptômes du mal de mer, on le fait s'asseoir dans le fauteuil oscillant, et le malaise disparaît immédiatement ou presque; bien mieux, la guérison persiste même après que le patient a quitté le fauteuil. Pour les sujets souffrant excessivement du mal de mer, l'effet n'est pas immédiat; pourtant on a constaté que l'indisposition cesse au bout d'une dizaine d'heures. — G.

-oo-

Le tramway électrique Lucca-Pescia-Monsummano (Italie).

L'*Elettricista* annonce comme éminente la construction de cette importante ligne dont les travaux doivent être rapidement conduits. Comme système de traction, l'on a adopté celui à courant continu à haut potentiel (environ 900 volts), avec prise de courant par fil aérien et retour par les rails. On avait d'abord songé à employer le système monophasé avec 6000 volts sur le fil de trolley; mais, en raison des particularités de construction qu'offre la ligne, on a enfin décidé l'emploi du courant continu à haut potentiel. L'usine centrale doit être installée à mi-chemin; elle comprendra trois moteurs à gaz pauvre, chacun de 145 ch, accouplés par des courroies à trois dynamos débitant du courant sous 900 volts, plus une batterie d'accumulateurs formée de 450 éléments Tudor et présentant une capacité de 250 ampères-heure. Les voitures automotrices, du type normal à deux essieux, recevront deux moteurs chacun d'une puissance de 40 ch. Le système de commande adopté est le système Sprague à unités multiples, de manière à pouvoir former à l'occasion des trains composés d'une ou de plusieurs automotrices et de voitures de remorque. Tout ce matériel a été commandé à la Société Thomson-Houston. La canalisation aérienne, longue de 33,5 km, doit être portée par des poteaux en fer. L'écartement des deux rails sera de 1 m.

G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 819 8 Septembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (Janvier-Juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

L'USINE GÉNÉRATRICE DE LIVET (ISÈRE)

(Suite) (1)

Excitatrices. — Le courant d'excitation nécessaire pour alimenter les trois alternateurs est fourni par deux groupes électrogènes à courant continu, ayant chacun une puissance de 175 ch à la vitesse angulaire de 600 t : m. Un seul suffit pour assurer le service des trois alternateurs ainsi que l'éclairage et l'alimentation des moteurs du pont roulant, des vannes, etc.

L'un de ces groupes sert uniquement de réserve.

Les dynamos de ces deux groupes sont actionnées chacune par une turbine à libre déviation et à injection partielle.

Ces dynamos, du type ordinaire à courant continu, sont à six pôles et peuvent chacune fournir 800 ampères sous 150 volts, soit 125 kw.

On a choisi la tension de 150 volts pour qu'elle soit identique à celle des excitatrices de la première installation, afin de pouvoir, au besoin, suppléer les machines de l'une par celles de l'autre et alimenter l'éclairage et les services accessoires indifféremment par les groupes de l'ancienne ou de la nouvelle installation.

L'essai de ces dynamos a été effectué par la méthode de Swinburne ; elles ont un rendement de 0,91 à pleine charge et de 0,88 à demi-charge ; elles peuvent supporter pendant deux heures une surcharge de 20 0/0 sans qu'il se produise d'échauffement anormal. Leur isolement a été essayé sous une différence de potentiel de 500 volts en courant continu.

Turbines. — Les turbines actionnant les alternateurs sont, comme on l'a déjà dit, du type Francis, centripète, à réaction, réglables par aubes mobiles au distributeur.

Chaque turbine est double, afin d'annuler autant que possible la poussée longitudinale, et fonctionne avec une aspiration de 5 m. Ce type de turbine fournit 2500 ch effectifs avec une chute nette de 53 m, aspiration comprise, et consomme, à pleine ouverture, 5 m³ d'eau par seconde. Les rendements sont de 78 0/0 à pleine charge, 75 0/0 à trois quarts de charge et 70 0/0 à demi-charge, la commande du régulateur non comprise.

Chaque turbine est alimentée par un branchement de 1,60 m de diamètre, muni d'une vanne papillon et établi en dérivation sur la partie horizontale de la canalisation forcée, placée parallèlement au grand côté de la salle des machines, à environ 2 m en contre-bas du niveau du sol. Un petit filtre, installé en dérivation à la suite du branchement, débarrasse du sable entraîné l'eau destinée au refroidissement des paliers et à l'alimentation du servo-moteur commandant les aubes mobiles du distributeur.

Pour assurer la régularité de la vitesse de marche des turbines, chacune d'elles, indépendamment de l'appareil régulateur de vitesse à commande centrale, est munie d'un volant, d'un régulateur de pression et d'un limiteur de vitesse. Le volant, pesant 8000 kg, est en fonte et muni d'une frette en acier ; la vitesse périphérique atteint 60 m par seconde. Les machines sont garanties à l'emballement jusqu'à la vitesse angulaire de 670 t : m, ce qui correspond à une vitesse périphérique du volant de 110 m : s. En pratique, à la suite de la décharge brusque, le régulateur étant hors service, la vitesse angulaire du groupe à l'emballement ne dépasse guère 500 t : m. L'inertie considérable du volant, à laquelle s'ajoute celle du rotor de l'alternateur, atténue beaucoup la variation instantanée consécutive aux grandes variations de la charge. Du reste, en service régulier, les variations de charge, même celles produites par l'arrêt ou le démarrage des moteurs de grande puissance alimentés par le réseau, sont relativement faibles par rapport à la puissance du groupe électrogène ; c'est là un des grands avantages que présentent les grosses unités. La puissance des moteurs alimentés ne dépassant pas 200 ch, on voit qu'elle ne correspond, au maximum, qu'au 1/10 de celle du groupe générateur en service.

Le régulateur de pression est un by-pass faisant communiquer l'arrivée de l'eau à la turbine avec l'échappement et constituant une dérivation hydraulique sur la turbine, dérivation qui peut être établie ou interrompue par un obturateur commandé par un piston différentiel. Ce dispositif est, par conséquent, une sorte de relais hydraulique.

Lorsque le servo-moteur qui commande les aubes mobiles agit brusquement sous l'effet du régulateur, il entraîne également le fonctionnement du régulateur de pression. Si, par exemple, la charge vient à diminuer brusquement, le servo-moteur provoque une fermeture totale ou partielle des aubes et il en résulte une augmentation de pression dans les conduites pouvant donner lieu à un choc plus ou moins fort, qui

(1) Voir l'*Electricien*, n° 818, 1er sept. 1906, p. 134.

est évité par le fonctionnement du régulateur de pression en agissant ouvrant la dérivation. L'eau s'écoule par la dérivation et la pression n'augmente pas. Pour éviter de consommer ainsi la même quantité d'eau à toute charge, on a utilisé un dispositif automatique qui referme lentement l'obturateur de la dérivation ouvert brusquement par le servo-moteur de vannage.

Ce servo-moteur ou relais hydraulique est lui-même commandé par une tige dont la position détermine l'ouverture de la turbine. Cette tige est poussée dans le sens de la fermeture par une série de rondelles Belleville. On peut également la manœuvrer à l'aide d'un volant à main. pour effectuer le réglage automatique, on utilise

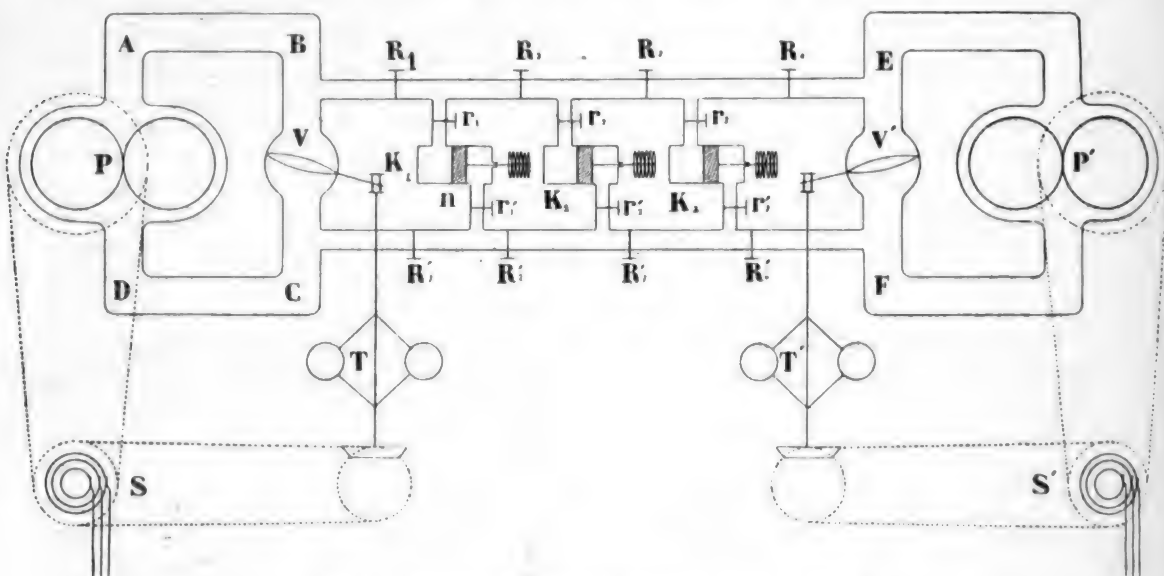


Fig. 2. — Disposition schématique du régulateur central de vitesse,

n piston recevant de l'huile sous pression envoyée par l'appareil central ; ce piston refoule plus ou moins les rondelles et produit l'ouverture de la turbine.

En cas d'accident à l'appareil régulateur central ou à la canalisation d'huile, on utilise un limiteur de vitesse que l'on règle pour fonctionner à 15 ou 20 0/0 au dessus de la vitesse de régime. Il est constitué par un appareil à boules à force centrifuge qui, dès que le manchon arrive à une certaine hauteur, déclenche un poids qui, en tombant, ouvre une soupape annulant immédiatement la pression de l'huile et provoquant, par conséquent, la fermeture de la turbine.

Régulateur central. — L'appareil régulateur de vitesse à commande centrale est constitué de la manière suivante :

Un moteur synchrone (fig. 2) ou une transmission mécanique rigide entraine une pompe P et un tachymètre à boules T à des vitesses angulaires rigoureusement proportionnelles à celle des groupes qu'il s'agit de commander. La pompe P est une pompe à engrenages qui débite par tour un volume constant de liquide et dont le débit est, par suite, rigoureusement proportionnel à la vitesse. La pompe fait circuler de l'huile dans une canalisation fermée PABCDP, sur laquelle est intercalée une vanne V dont la position est commandée par le tachymètre T. L'ouverture de la vanne V est proportionnelle à la vitesse angulaire de la turbine. Dans ces conditions, il se produit entre B et C une différence de pression qui est le produit du débit par la valeur de la résistance qu'oppose l'ouverture plus ou moins grande de la vanne à la circulation de l'huile.

Ces appareils sont disposés pour que la vanne se ferme lorsque la vitesse angulaire diminue. En supposant que la pompe P fonctionne à une vitesse absolument constante, la pression serait proportionnelle à la résistance due à la vanne V suivant son degré d'ouverture ; en réalité, quand la vitesse diminue, le débit de la pompe P diminue également. L'augmentation de résistance produite par le degré d'ouverture de la vanne V doit être prédominante et la pression augmente. Le débit de la pompe ne diminuant que de quelques centièmes, le déplacement de la vanne, sous l'action du tachymètre, peut, au contraire, faire varier la résistance dans de fortes proportions.

Aux points B et C de la canalisation d'huile,

sont branchées des conduites BE et CF qui communiquent avec les cylindres de commande de chaque turbine par l'intermédiaire de robinets R_1 R_2; d'autres robinets r_1 r_2 sont placés sur les tuyaux conduisant aux cylindres de commande.

Pour expliquer le fonctionnement de ce régulateur central, on peut supposer qu'une seule turbine, le n° 1 par exemple, soit en marche. On ouvre les robinets R_1, r_1, r'_1 et R'_1 et l'on ferme R_2 et R'_2. La différence de pression entre B et C est transmise en K_1 et détermine le degré de compression des rondelles Belleville et, par suite, le degré d'ouverture de la turbine. Si la vitesse angulaire de la turbine augmente, le moteur synchrone et le tachymètre accélèrent également leur vitesse, la vanne V s'ouvre, la différence de pression entre B et C diminue, les rondelles réagissent et les aubes de la turbine se referment.

Le système présente une sensibilité remarquable et une instantanéité d'action due à l'incompressibilité des liquides.

L'appareil est réglé de manière à ce que la différence de vitesse entre la marche à vide et la marche à pleine charge n'excède pas 5 0/0. On peut d'ailleurs agir sur le mécanisme reliant le tachymètre T à la vanne V si l'on veut faire varier de plus de 5 0/0 la vitesse de régime correspondant à une charge donnée, afin de ramener la fréquence du courant à la même valeur pour différentes charges.

Le fonctionnement du système, lorsque plusieurs groupes marchent en parallèle, est exactement le même que le fonctionnement sur une seule unité. Le moteur synchrone est relié aux barres principales du tableau et il suffit d'ouvrir les robinets R et r correspondant aux différentes turbines. Naturellement, dans ce cas, la puissance de la pompe et celle du moteur doivent être augmentées en proportion du nombre de groupes à régler. A Livet, le régulateur a été établi pour commander simultanément deux turbines, la troisième servant de réserve. Il est actionné par un moteur synchrone de 28 à 30 ch, mais, en réalité, il n'absorbe pas plus de 20 ch; le démarrage s'effectue très simplement par la mise en court-circuit de l'excitation et le couple résistant, lors du démarrage, est très faible.

Comme il était nécessaire que l'un quelconque des trois groupes électrogènes pût être seul mis en service, on a dû installer deux régulateurs et on a placé deux appareils identiques, chacun à l'une des extrémités des conduites BE et CF. Le réglage peut donc s'effectuer soit par l'un, soit par l'autre des deux régulateurs.

Les garanties données pour le réglage automatique de la vitesse étaient qu'une suppression totale de la charge ne devait pas amener une variation de la vitesse de régime de plus de 6 0/0, la variation instantanée ne devant pas dépasser 10 0/0. De plus, la vitesse devait prendre sa nouvelle valeur sans oscillation. Ces diverses conditions ont été largement remplies.

Les turbines commandant les excitatrices sont à libre déviation et à injection partielle. Elles sont réglées par un régulateur central de même principe que celui qui agit sur les turbines des alternateurs; le moteur synchrone est remplacé par une commande mécanique. Trois poulies, dont deux sont fixes et une folle, permettent de rendre le régulateur solidaire de l'une ou de l'autre des deux turbines.

Les rendements garantis pour ces deux turbines sont les suivants :

A pleine charge	75 0/0
A trois quarts de charge. . .	73 0/0
A demi-charge.	71 0/0
A quart de charge.	68 0/0

commande du régulateur non comprise.

Accouplement des turbines avec les alternateurs. — Chaque turbine est accouplée avec son alternateur par des manchons semi-élastiques rappelant le système Zœdel-Voigt.

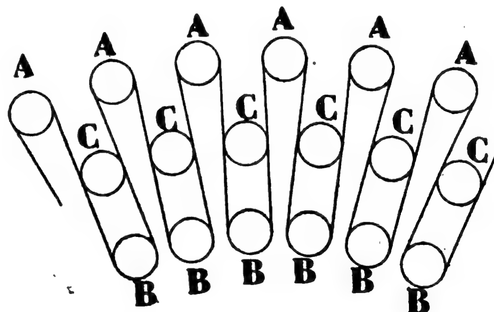


Fig. 3. — Manchons d'accouplement.

Chaque appareil de couplage se compose en principe de deux plateaux calés respectivement sur les arbres de la turbine et de l'alternateur.

L'un d'eux porte deux couronnes concentriques de goujons AA et BB (fig. 3); une courroie passe, comme le montre la figure, entre les deux rangées de goujons, présentant ainsi une série de segments à peu près radiaux. Le second plateau porte une série de goujons CC

qui viennent appuyer sur le milieu des segments.

L'élasticité de ce dispositif n'est pas très grande et il est impossible qu'il se produise entre l'alternateur et la turbine un glissement pouvant modifier la fréquence.

Transformateurs. — Pour élever la tension du courant produit par les alternateurs, on a employé des transformateurs de même puissance unitaire, c'est-à-dire de 2500 kilovolts-ampères qui, avec $\cos\varphi = 0,7$, ont une puissance efficace de 2300 ch.

On a installé trois transformateurs triphasés, dont un sert de réserve. Ils élèvent la tension de 3500 volts à 26 000 volts, avec des limites de réglage imposées de 4350 à 32 500 volts.

Ces transformateurs sont constitués par trois transformateurs monophasés placés sur le même alignement. Les bobines primaires (3500-4250 volts) sont montées en étoile. Les bobines secondaires sont reliées chacune à deux bornes placées à la partie supérieure du transformateur et, à l'aide de connexions amovibles, on peut réaliser le montage en triangle ou le montage en étoile. Avec le montage en triangle, on obtient 15 000-18 750 volts; avec le montage en étoile, 26 000-32 500 volts. On voulait pouvoir fonctionner à 15 000 volts lorsque la charge serait faible; mais, dès le début, on a utilisé 26 000 volts sans aucun inconvénient. Toutefois, le montage en triangle a été très utile pour effectuer différents essais, car il a permis de réaliser, avec une marche suffisamment stable, presque toute l'échelle des tensions depuis 300 à 400 volts (en inversant les primaires et les secondaires des transformateurs) jusqu'à 35 000 volts.

Les noyaux et les enroulements des transformateurs sont placés dans un grand bac rempli d'huile. La partie supérieure du bain d'huile est refroidie par un serpentin dans lequel est établie une circulation d'eau froide.

Le transformateur seul pèse 12 tonnes, le serpentin et le bac en tôle 1 tonne; le bac contient 5 tonnes d'huile.

L'ensemble du transformateur est monté sur galets et le massif de béton sur lequel ils sont installés est muni de deux fers en U scellés qui servent de rails pour les galets. Un chariot circulant le long du massif peut recevoir les transformateurs et les transporter au-dessous d'un palan servant au démontage pour les réparer ou les nettoyer. Depuis septembre 1904, époque à laquelle les transformateurs ont été installés, il n'a pas été nécessaire d'y toucher.

La consommation d'eau du serpentin destiné à assurer le refroidissement des transformateurs avait été fixée à 50 litres par transformateur et par minute. La consommation en service normal a été inférieure de plus de moitié à la quantité imposée. Cette eau est fournie par un filtre spécial branché sur la conduite forcée alimentant les turbines des excitatrices. Pour éviter toute communication électrique entre le filtre, les conduites de l'usine et le serpentin intérieur des transformateurs, les raccords ont été établis avec du tube en caoutchouc. Dans ces conditions, si un court-circuit venait à se produire entre les enroulements des transformateurs et le serpentin, il n'y aurait pas contact avec les parties métalliques de l'usine ou, du moins, il ne pourrait s'établir que par l'intermédiaire de l'eau qui présente une grande résistance électrique.

Les rendements des transformateurs ont été mesurés par la méthode des pertes séparées. Les mesures de résistance des enroulements et de l'énergie absorbée pendant la marche à vide n'offrent rien de particulier.

Les pertes dans le fer sont de 28,61 kw.

D'après les essais, on a constaté les résultats suivants :

RENDEMENTS A PLEINE CHARGE

	Garanti :	Trouvé :
$\cos\varphi = 1$ . . .	0,98	0,9846
$\cos\varphi = 0,7$ . . .	0,97	0,9781

RENDEMENTS A DEMI-CHARGE

	Garanti :	Trouvé :
$\cos\varphi = 1$ . . .	0,975	0,9756
$\cos\varphi = 0,7$. . .	0,963	0,9655

On procéda à la prédétermination de la chute de tension en mesurant la différence de potentiel nécessaire aux bornes des circuits à haute tension pour faire circuler le courant normal de pleine charge dans les enroulements secondaires mis en court-circuit et on a constaté les résultats suivants :

Différence de potentiel aux bornes de la haute tension.	Intensité du courant dans les enroulements à haute tension.
680 volts	55,5 ampères
568 —	45,1 —
430 —	34,6 —

En calculant la perte ohmique à la température de 65° et en appliquant le diagramme de Kapp, on a trouvé :

A PLEINE CHARGE

	Chute de tension. Maximum garanti.	Chute de tension. trouvée d'après les essais.
$\cos\varphi = 1$	1,5 0/0	0,452 0/0
$\cos\varphi = 0,7$	5 0/0	2,11 0/0

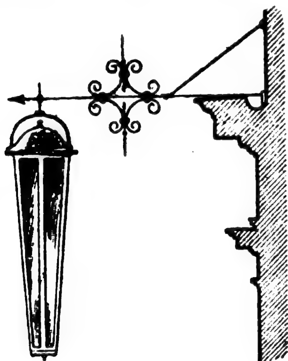
Les transformateurs ont été montés sur place et l'on n'a pu effectuer l'essai sous une tension de 55 000 volts qu'après la mise en route de l'installation.

(*A suivre.*)

LAMPES A VAPEUR DE MERCURE
POUR L'ECLAIRAGE EN PLEIN AIR

L'*Elektrotechnische Anzeiger* rapporte que l'on a récemment employé à Londres, pour la première fois, des lampes à vapeurs de mercure qui fonctionnent en plein air. La revue allemande donne, à ce sujet, les quelques indications et la figure ci-après :

Devant un grand magasin de Londres, on a fixé à la façade de l'immeuble six de ces lampes



pour éclairer les vitrines. Naturellement les nouvelles lampes diffèrent, quant à leur forme extérieure, des lampes à charbon. Cependant la forme adoptée n'a rien de disgracieux, comme le montre la figure ci-dessous. Chacune de ces lampes a une puissance lumineuse de 800 bougies, et le tube 1,1 m de longueur et de 25 mm de diamètre est logée dans une lanterne imperméable à l'eau. On emploie du courant continu sous 200 volts. L'allumage, comme on le sait, s'opère par renversement; le mercure s'écoule d'une électrode à l'autre et l'arc se forme lors de l'interruption du filet métallique. C'est pourquoi les lanternes sont suspendues à une bride à scellement, comme le montre la figure, de manière à demeurer mobiles; le renversement s'opère à la main. Ces lampes comparées aux lampes à arc, offrent le grand avantage de ne nécessiter aucun entretien; elles n'exigent pas, en effet, comme ces dernières un changement quotidien des charbons. En outre, leur rendement est plus grand. Elles offrent bien un désavantage, l'absence de rayons rouges, mais ce désavantage est plus que compensé par ce fait que la lumière donnée est à la fois très fixe et uniforme. Ces nouvelles lampes ont été construites par la compagnie anglaise Westinghouse.

G.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES
(*Suite*) (1)

II. — CONSTANTES DES LIGNES

Pour étudier les appareils nous avons procédé d'une manière très simple et très commode. Nous les avons intercalés dans un circuit électrique et nous avons étudié les particularités du courant qui les traversait. Nous en avons déduit leurs propriétés électriques et tout particulièrement leurs constantes. Il n'est pas possible de procéder ainsi avec les lignes, car, ainsi que nous allons le montrer, la ligne ne constitue pas un circuit simple. Nous allons être obligés de suivre la marche inverse. Nous déterminerons tout d'abord les valeurs des constantes électriques des lignes, résistance, capacité, self-induction, et nous tâcherons ensuite de découvrir quel rôle ces diverses constantes jouent dans le phénomène de la propagation du courant.

Constitution d'une ligne électrique. — Une ligne électrique est un véritable réseau de conducteurs. Elle se compose bien d'un seul fil métallique et il semble qu'on ait affaire à un conducteur unique. Il n'en est rien. Le fil n'est pas plongé dans un milieu parfaitement isolant. Il est soutenu sur les appuis par des supports en porcelaine qui, malgré leur nom d'isolateur, laissent passer une certaine quantité de courant.

De plus, le fil étant chargé par la pile à un certain potentiel et se trouvant en présence d'autres corps conducteurs : terre, fils voisins, tiges des supports, appuis métalliques, arbres, maisons, etc., il forme l'armature d'un condensateur, dont l'autre face est constituée par toutes les masses conductrices environnantes. Ces deux phénomènes, condensation par capacité et pertes par défaut d'isolement, se produisent sur toute la longueur du fil et sont, en chaque point, autant de dérivations allant au sol ou aux conducteurs voisins. Nous devons encore ajouter l'induction des fils en service sur les différentes parties du parcours, qui font que la ligne est soumise en certains points à des forces électromotrices différentes de celle de la pile du travail. De tout ceci, il résulte que la ligne forme un véritable réseau de conducteurs. En ne tenant compte, pour simplifier, que de la

(1) Voir l'*Electricien* n° 812, 21 juillet 1906, p. 33; n° 813, 28 juillet, p. 54; n° 814, 4 août, p. 77.

présence du sol, on peut se la représenter, ainsi que l'indique la figure 12, comme formée d'un conducteur principal *AL*, comprenant des résistances et des self-inductions *l* et présentant aux points *B*, *D*, *F*, etc. des dérivations à la terre et aux points *C*, *E*, *G*, des branches comprenant des condensateurs, le sol jouant le rôle d'un second conducteur principal, parallèle au premier, et n'ayant ni résistance, ni self appréciables.

Il est aisé de comprendre pourquoi la détermination des constantes d'une ligne électrique est une opération difficile. On se trouve en présence d'un réseau très compliqué, mal connu, dont les extrémités seules sont accessibles, et il faut extraire des phénomènes qu'on peut produire et étudier aux deux extrémités la part qui revient à une branche particulière de ce réseau.

Le problème n'est pas commode à résoudre et nous allons voir à quels artifices on a dû recourir.

Tout d'abord, on peut remarquer que la capacité et la self-induction n'interviennent que pendant les périodes de variation du courant. On n'aura donc pas à en tenir compte, en opérant un régime permanent. Ce sera là une grande simplification et voilà pourquoi la mesure de la résistance et de l'isolement s'opère assez commodément.

Au contraire, il faut avoir recours à des méthodes moins simples et quelquefois même à quelques calculs pour déterminer la capacité et la self-induction.

Nous commencerons par les constantes qui se mesurent en régime permanent : la résistance et l'isolement.

§ 1. — RÉSISTANCE ET ISOLEMENT

Si la ligne était parfaitement isolée, il semble que, pour trouver sa résistance, il suffirait de mesurer le courant qu'y produirait une force électromotrice *E*. La loi d'Ohm donnerait *R* par la formule.

$$I = \frac{E}{R}$$

Nous pouvons admettre, en première approximation, que l'isolement est parfait; nous verrons tout à l'heure comment on peut tenir compte des pertes qui, en général, n'ont pas une valeur très élevée. Mais nous ne sommes pas en droit de supposer que la force é. m. *E* est invariable et bien définie.

Nous allons voir en effet que les lignes, qui sont à leurs extrémités en communication avec le sol, sont parcourues constamment par des courants, même en l'absence de toute pile électrique. Ces courants peuvent se ranger en deux grandes catégories : les courants telluriques et les courants vagabonds.

Courants telluriques. — L'état électrique du sol à la surface de la terre n'est ni uniforme, ni constant. A un même instant, deux points différents sont à des potentiels différents. Si on les réunit par un conducteur métallique, ce conducteur devient le siège d'un courant dont la force é. m. peut se déduire de la loi d'Ohm si la résistance est connue. En général, quand les deux points reliés sont loin de toute installation industrielle, que l'atmosphère est en état d'équilibre électrique, ces courants sont à peu près constants, ou du moins ne varient que très lentement. Les lois qui les gouvernent n'ont pas encore été établies. On sait cependant qu'ils sont plus intenses de l'Est à l'Ouest que du Nord au Sud.

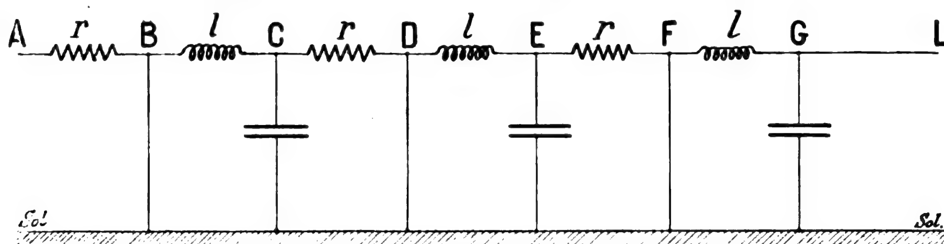


Fig. 12.

Nous avons fait observer pendant plus d'un an le courant tellurique entre Majunga (île de Madagascar) et Mozambique. Ce courant, dont le maximum de la f. é. m. ne dépasse guère 1 volt, varie d'une façon très régulière dans les vingt-quatre heures. Il parait généralement dirigé de l'Ouest vers l'Est, suivant le sens inverse de la marche du soleil. Nul vers midi et 9 heures du soir, il atteint son maximum à 6 heures du soir et à 2 heures du matin. Mais ces maxima et minima se déplacent d'un jour à l'autre, le courant change même de sens et il n'a pas été possible de lier ces variations à des phénomènes atmosphériques simples, comme la température, la pression, l'état hygrométrique, etc... des deux stations extrêmes.

Les phénomènes magnétiques paraissent jouer le plus grand rôle dans cette question. Pendant l'année 1898, du 7 au 22 juillet, M. Raymond Barker a eu l'occasion d'observer le courant tellurique qui circulait sur un câble transatlantique partant du cap Cod et rompu à 1600 milles de là. Des maxima positifs de 5 volts environ se produisaient vers midi; ils étaient de 3 volts vers minuit; des maxima négatifs de 5 volts vers 7 heures du matin et de 8 volts vers 7 heures du soir furent

constatés. Les courbes avaient chaque jour une allure régulière. Mais, dans la nuit du 19 au 20, le courant atteignit pendant quelques heures la valeur considérable de 35 volts à ce même moment (5 heures du matin, temps de Paris). Les observatoires de Greenwich, de Paris et de Berlin, enregistraient la manifestation d'une tempête magnétique.

Si les points reliés sont peu éloignés, les différences de tension relevées sont faibles. Voici quelques résultats obtenus le 25 mars 1905 entre 1 heure et 5 heures du matin dans la banlieue parisienne :

A l'Ouest	+ 0,16 volt.	Moyenne de	30	postes.
Au Sud	+ 0,27 »	»	14	»
A l'Est	+ 0,26 »	»	9	»
Au Nord	+ 0,17 »	»	9	»

Paris s'est maintenu à un potentiel négatif durant toutes ces mesures. On s'est assuré que son potentiel ne variait pas, en le comparant fréquemment à celui des points éloignés, tels que Mantes, Montargis, etc.

Si on prend des points plus éloignés, les tensions sont plus élevés.

Voici des observations faites par M. Guillot le 14 avril 1905, vers 4 heures du matin.

DIRECTION NORD-SUD

Boulogne-Paris	+ 1,4 volt.
Calais-Paris	+ 2,0 »
Marseille-Paris	+ 5,3 »
Béziers-Paris	+ 4,1 »
Toulouse-Paris	+ 2,2 »

Paris semble encore négatif.

DIRECTION OUEST-EST

St-Nazaire-Paris	+ 2,4 volts.
Brest-Paris	+ 2,6 »
Havre-Paris	+ 1,1 »
Belfort-Paris	— 3,3 »
Sedan-Paris	— 0,9 »
Genève-Paris	— 4,2 »

Ici le courant est dirigé de l'Ouest vers l'Est.

Nous pouvons dire en conclusion que les courants telluriques sont assez mal connus dans leur origine et dans leur allure générale; mais en dehors des perturbations atmosphériques violentes, ils conservent une faible tension, et leurs variations sont toujours très lentes, circonstance heureuse qui, ainsi que nous le verrons plus loin, les rend peu gênants en pratique.

Courants vagabonds. — On désigne ainsi les courants quelquefois intenses et toujours très rapidement variables qui proviennent des installations industrielles, aussi bien des installations de tramways électriques que des bureaux télégraphiques et qui, se répandant dans le sol, en font varier l'état électrique à chaque instant.

Voici à titre d'exemple des observations que nous avons faites le 8 mars 1905, vers 4 heures du soir, sur un fil reliant le poste central des télégraphes de Paris à la guérite de Sceaux-Ceinture.

Minutes.	0 secondes.	10 secondes.	20 secondes.	30 secondes.	50 secondes.	40 secondes.
	volts.	volts.	volts.	volts.	volts.	volts.
0	— 0,45	— 0,50	— 0,85	— 0,60	— 0,20	— 0,10
1	— 0,03	+ 0,20	+ 0,15	+ 0,30	+ 0,10	— 0,25
2	— 0,20	+ 0,10	+ 0,10	+ 0,30	+ 0,20	— 0,30
3	— 0,40	— 0,50	— 0,60	— 0,50	— 0,30	— 0,20
4	— 0,00	— 0,20	— 0,60	— 0,40	— 0,20	— 0,50

On voit que pendant l'intervalle de 5 minutes qu'ont duré les observations, le courant était constamment variable. Les valeurs prises toutes les 10 secondes permettent de suivre son allure générale, mais, ce qu'il n'est pas possible de représenter dans un tableau, ce sont les variations incessantes et très rapides qui se produisaient dans l'intervalle même de 10 secondes. Nous donnons plus loin, à l'occasion des lignes, des relevés à l'oscillographe qui permettent de se faire une idée du phénomène et des variations qui se produisent pendant un temps très court, un dixième de seconde environ.

Dans l'exemple cité plus haut, la tension ne dépasse pas 1 volt, mais il est des cas où elle est beaucoup plus élevée. On sait que le long des voies de tramways, la perte de charge peut atteindre 1 volt par kilomètre. Si la voie est longue, on peut avoir entre les points extrêmes des différences de potentiel supérieures à 10 volts.

Effet des courants parasites. — Si une ligne, soumise à une force é. m. E, est en même temps parcourue par d'autres courants, dus à une force é. m. étrangère e, que nous appellerons la force é. m. parasite, le courant principal est, suivant le signe respectif de E et de e, augmenté ou diminué. Il est aisé de montrer que la force é. m. parasite est analogue dans ses effets à une variation de la résistance de la ligne.

En effet, supposons qu'elle soit de signe contraire à E, la formule d'Ohm donne, pour le courant :

$$I = \frac{E - e}{R}$$

Le courant I aurait la même valeur si la résistance était augmentée de la quantité r, telle que :

$$I = \frac{E}{R + r}$$

On tire de là :

$$E = RI + e = RI + rI$$

d'où $$r = \frac{e}{I}$$

Quand on cherchera à mesurer des résistances, la présence de courants parasites aura pour effet

de faire varier la résistance apparente de la ligne et nous allons voir quelle méthode il convient d'employer pour obtenir la résistance vraie.

Mesure des résistances. — Nous devrons distinguer deux cas, suivant que les courants parasites seront du genre des courants telluriques, c'est-à-dire lentement variables, ou du genre des courants vagabonds, c'est-à-dire très rapidement variables. Dans le premier cas, la méthode du pont de Wheatstone donnera de bons résultats; dans le deuxième, on devra avoir recours à la méthode de la déviation directe.

Pont de Wheatstone. — Tous les praticiens savent que les résultats obtenus au pont sont différents suivant qu'on opère avec le pôle positif ou le pôle négatif de la pile. En effet, soit i_p le courant qui circule dans la ligne avec le pôle positif et i_n celui qui est produit par le pôle négatif.

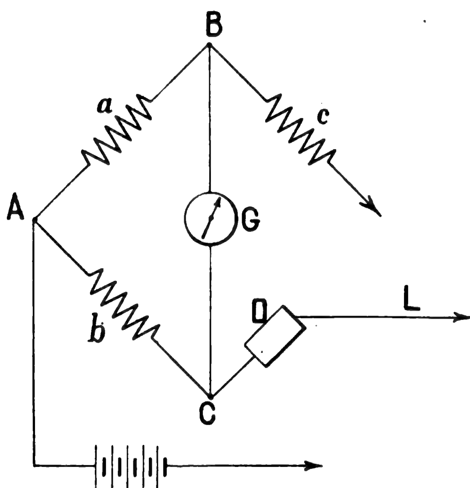


Fig. 13.

La résistance mesurée sera dans le premier cas :

$$R_p = R + \frac{e}{i_p}$$

dans le deuxième :

$$R_n = R - \frac{e}{i_n}$$

On prend quelquefois pour valeur de la résistance vraie R, la moyenne de R_p et de R_n. Ceci n'est rigoureusement exact qu'à la condition que e n'ait pas varié pendant l'intervalle des mesures et que i_p soit égal à i_n. Cette dernière condition n'est jamais remplie, puisque le réglage du pont et la valeur des boîtes de résistance est différente dans les deux opérations.

Pour éviter cette difficulté, on a quelquefois recours à la méthode de Mance, qui consiste à opérer avec des branches de proportions différentes et à éliminer e par ce calcul. Nous croyons utile de signaler une méthode beaucoup plus simple et très exacte, bien que moins connue, c'est celle de Black.

La quatrième branche du pont (fig. 13) comprend, en plus de la ligne à mesurer, une boîte de résistance D. On opère avec les deux courants, mais on n'établit le réglage qu'en faisant varier D, sans toucher aux branches de proportion a et b, ni à la résistance de comparaison c. Le courant qui circule dans les branches a et c est le même dans les différents réglages, de même celui qui circule dans b, puisque le galvanomètre reste en équilibre, et, par conséquent, celui aussi qui passe dans la ligne L. Si on suppose, pour simplifier, les branches a et b de proportions égales, on aura, en désignant par i le courant, par D_p et D_n la valeur de D en positif et en négatif :

$$C = D_p + R + \frac{e}{i} = D_n + R - \frac{e}{i}$$

d'où

$$R = \frac{2c - D_p - D_n}{2}$$

Le calcul aussi bien que le mode opératoire, sont des plus simples.

Déviation directe. — Si la force é. m. e est constamment variable, il est impossible d'employer le pont de Wheatstone, ou toute autre méthode qui exige que l'équilibre soit atteint.

Depuis longtemps nous faisons usage de la méthode de la déviation directe que nous avons modifiée, de manière à la rendre commode, et à pouvoir calculer, en même temps, la force é. m. parasite.

Observons la déviation produite dans un galvanomètre apériodique par la pile E de résistance P, à travers la ligne R. On aura, si e est la force é. m. parasite :

$$I = \frac{E - e}{R + P}$$

Supprimons la pile E, en laissant à sa place une résistance égale P. Nous avons une nouvelle déviation correspondant au courant i.

$$i = \frac{-e}{R + P}$$

S'il n'y avait pas de force é. m. parasite, on aurait un courant

$$I_1 = I - i = \frac{E}{R + P}$$

et comme les déviations du galvanomètre sont sensiblement proportionnelles au courant, la déviation aurait été la somme algébrique des deux déviations observées. Il suffira donc de reproduire la déviation ainsi calculée au moyen de la même pile et d'une boîte de résistance pour avoir R qui sera justement la résistance lue sur la boîte, au moment où le réglage sera obtenu.

D'ailleurs les piles employées aujourd'hui ont une résistance intérieure très faiblequi peut être négligée devant celle de la ligne. De sorte qu'il n'est pas utile, au moment de la suppression de la pile, d'introduire une résistance P. Le montage est très simple et est représenté figure 14.

La clef K_1 permet de supprimer la pile et K_2 de

substituer une boîte de résistance R à la ligne L. T indique la connexion avec la terre.

Voici, à titre d'exemple, une série de mesures faites le 24 mars dernier :

DÉVIATION		
Pile 10 volts.	Terre.	Résultante.
72	+ 6	78
73	+ 6	79
85	— 6	79
90	— 12	78
83	— 4	79
82	— 2	80
85	— 5	80
83	— 3	80
80	— 2	78
83	— 3	80
82	— 4	78
82	— 2	80
82	— 3	79
71	+ 7	78
50	+ 30	80
35	+ 45	80
62	+ 18	80

La moyenne des déviations calculées est 79 correspondant à 218 ohms. Une division donnait une variation de 4 ohms. La ligne en expérience aboutissait non loin d'Athis-Mons. Elle était influencée par le passage des trains électriques circulant entre Paris et Juvisy. Les lectures successives peuvent être très rapprochées, tellement que les nombres individuels résultants s'écartent peu de la moyenne générale, ce qui est un des avantages de la méthode. De plus, la tension du courant parasite a varié entre — 12 et + 45 volts, alors que 10 volts donnent 79 divisions. On en déduit immédiatement que la force é. m. e a oscillé entre — 1,5 volt et + 5,7 volts.

Dans tous les cas où la force é. m. varie rapidement, cette méthode est très commode et aussi exacte que semble le permettre la difficulté de la mesure à effectuer. Elle nous a donné d'excellents résultats pour la recherche des défauts sur les câbles sous-marins. Dans ce dernier cas, les courants parasites ne sont pas gênants en général, mais il faut éliminer la force contre-é. m. d'électrolyse qui se produit, au défaut, par suite de la décomposition de l'eau de mer, et il faut opérer très rapidement pour obtenir deux résultats qui puissent être combinés, c'est-à-dire qui correspondent à la même valeur de la polarisation.

Enfin, il est bon de remarquer que la méthode s'applique encore dans le cas où la force é. m. parasite est produite par l'induction de conducteurs voisins.

Mesure de l'isolement. — La mesure de l'isolement se fait également par la méthode de la déviation directe. On compare le courant de perte de la ligne à celui qui circule à travers une résistance élevée, un mégohm, par exemple. Cette mesure se fait sans aucune difficulté, au moins pour les lignes aériennes. Il n'entre pas dans le cadre de cette étude de traiter le cas des lignes souterraines ou sous-marines.

Conclusions. — Nous avons montré comment, malgré la présence des courants parasites, on pouvait calculer la résistance électrique d'une ligne à simple fil. La valeur ainsi obtenue représente-t-elle bien la résistance du conducteur? Non, si l'isolement n'est pas parfait, car il ne faut pas oublier que nous avons affaire à un réseau de conducteurs. Pour déduire de la résistance observée la résistance vraie, il faut tenir compte de l'isolement et on doit avoir recours au calcul.

La question n'a pas été traitée dans toute sa généralité; mais elle a été étudiée complètement par MM. Vaschy et Barbarat dans le cas où le défaut d'isolement provient d'une perte uniforme, le long de la ligne. On peut admettre que ce sera le cas qui se présentera le plus souvent en pratique sur une ligne bien établie et bien entretenue. Des tables ont été calculées, de sorte que la solution du problème est des plus simples.

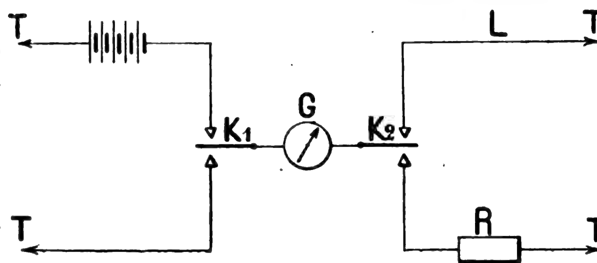


Fig. 14.

Nous nous contenterons de donner l'extrait suivant :

$\frac{R_t}{R_i}$	$\frac{I_a}{I_d}$	$\frac{R}{R_t}$
0,001	0,999	1,0004
0,050	0,974	1,018
0,100	0,949	1,035

La première colonne donne le rapport de la résistance mesurée R_t du conducteur à son isolement R_i; La deuxième le rapport du courant d'arrivée I_a au courant de départ I_d, enfin la troisième le rapport de la résistance vraie du conducteur R à la résistance mesurée R_t.

Supposons une ligne de Paris à Marseille. On aura, par exemple :

$R_t = 3\,000$ ohms. $R_i = 30\,000$ ohms. $\frac{R_t}{R_i} = 0{,}10$

La résistance vraie sera :

$$R = R_t \times 1{,}035 = 3\,105 \text{ ohms}$$

Elle sera supérieure de 105 ohms à la résistance mesurée.

La différence sera d'autant plus grande que la ligne sera plus mal isolée. En temps de pluie, on constate bien, en effet, que la résistance diminue et qu'elle augmente par temps sec.

Quoi qu'il en soit, nous sommes maintenant en état de tenir compte des défauts d'isolement, aussi bien que des courants parasites et, par conséquent, malgré la complexité du problème, de déterminer la résistance vraie d'un conducteur.

DEVAUX-CHARBONNEL.

(*A suivre.*)

LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE A LONDRES

Comme nous l'avons mentionné à plusieurs reprises pendant ces dernières années, la question de la distribution future de l'énergie dans Londres a été de nouveau examinée et étudiée dans tous ses détails et d'après les différentes propositions présentées. L'année dernière, la Compagnie administrative du comté de Londres a préparé un projet très complet qui prévoit une première dépense de 60 000 livres et qui a soulevé de très nombreuses oppositions dès le début, avant même d'avoir été présenté aux chambres. Mais peu à peu, en passant par les divers états préliminaires de formation, la Compagnie avait transformé ses ennemis en amis et avait établi enfin, sans grandes objections, un projet final qui a été présenté aux chambres; mais celles-ci n'ont pu statuer avant les vacances parlementaires de telle sorte que ce retard n'est qu'accidentel et il semblait rationnel de supposer que le succès était certain pour la session suivante. Mais la nouvelle chambre fut très différente de l'ancienne; aussi lorsque l'on présenta la demande en concession, le nouveau gouvernement annonça que le projet de M. Merz, qui avait été jadis repoussé par le conseil de comté, serait examiné de préférence à tous les autres. Sans entrer dans les détails, disons simplement que ce projet fut repoussé pour plusieurs raisons; mais la commission proposa au Conseil de présenter l'année prochaine un nouveau projet mieux combiné et mieux préparé et nous apprenons aujourd'hui que l'on prépare ce nouveau travail.

Par suite de ces circonstances il est de quelque intérêt d'indiquer brièvement la situation exacte des régions desservies et des diverses compagnies qui se proposent pour leur alimentation.

La Compagnie administrative du comté de Londres est actuellement entre les mains de diverses compagnies et autorités locales; ces sociétés ont l'intention de distribuer l'énergie à tout l'ensemble du comté de Londres en y adjoignant même certains autres districts voisins de manière à fournir l'énergie « en bloc » aux municipalités qui la distribueraient ensuite aux abonnés; cet ensemble de sociétés comprend 16 autorités locales et 13 compagnies dont la plupart sont susceptibles d'être rachetées par les municipalités en 1931. Les dépenses engagées par ces municipalités s'élèvent à 6 500 000 livres et celles des compagnies à 12 millions de livres soit un total de 18 500 000 livres.

La plupart des districts possèdent chacun une installation distincte, mais lorsque la réunion de tout l'ensemble sera effectuée, certaines d'entre elles seront supprimées; actuellement on compte environ de 40 à 50 stations génératrices. Plusieurs existent depuis douze ou quinze ans et quelques-unes depuis plus longtemps encore. L'extension de certaines de ces installations est tellement difficile à réaliser que les compagnies sont obligées d'acheter des terrains en dehors de la zone desservie, d'y édifier de nouvelles stations d'où l'énergie est transmise aux anciennes qui la distribuent aux abonnés. Certaines de ces nouvelles stations contiennent des groupes générateurs beaucoup trop puissants pour le nombre des consommateurs et les compagnies seraient trop heureuses d'avoir un débouché pour le surplus inutile de leur production. L'accroissement normal de la consommation ne correspond plus à l'augmentation du matériel ainsi qu'on le prévoyait il y a quelques années. C'est ainsi que la municipalité de Marylebone, qui a installé une station génératrice pour ses propres besoins, n'a plus besoin du secours de la Metropolitan Electric Supply C°. Cette dernière fait tout ce qu'elle peut pour accroître le nombre de ses abonnés et remplacer ainsi ce client perdu, mais sans y réussir. De même, la compagnie de distribution de Charing Cross City et du West End, quand elle procéda à sa gigantesque installation de Bow (installation que nous avons décrite dans ces colonnes), comptait sur de gros consommateurs qui lui ont fait défaut; il en résulte qu'elle subit des pertes considérables.

Depuis qu'il est question de créer un seul groupe de distribution, les compagnies existantes s'efforcent de baisser leurs tarifs, mais ne réussissent qu'à faire de mauvaises affaires; leurs actions baissent et même celles qui offraient, il y a quelques années, toute sécurité comme placement, n'ont que très peu de valeur sur le marché.

Ce déplorable état de choses a poussé les administrateurs des différentes compagnies à s'adresser au Parlement pour lui demander d'accepter un arrangement qui leur permettrait de vivre. Il s'agirait d'une coopération pour la distribution de l'énergie et d'un groupement de divers réseaux distincts. Cette idée a eu jusqu'ici le même sort que les autres propositions et a été ajournée quant à présent. Aucune nouvelle autorisation ne sera accordée jusqu'à ce que le projet du conseil de comté de Londres ait été examiné. On nous dit cependant que certains arrangements vont être pris entre les compagnies existantes et la compagnie administrative de manière à élaborer un vaste projet qui pourrait se joindre à celui du conseil de comté dans le cas où il serait approuvé. D'ailleurs,

la situation de ces compagnies a été quelque peu améliorée par les décisions de la commission parlementaire qui a déclaré au conseil qu'il devait être tenu compte aux compagnies et aux municipalités de ce qu'elles avaient, avec l'autorisation du Parlement, dépensé des capitaux considérables à l'installation de stations génératrices et recommande que toutes les modifications qui peuvent être apportées garantissent d'une manière quelconque les intérêts de ces sociétés.

C'est ainsi que l'on peut retracer brièvement la situation des affaires d'électricité, telle qu'elle se présente aujourd'hui et certainement toutes les parties intéressées apprêtent leurs derniers arguments pour la lutte finale qui va s'engager; car on doit reconnaître que la solution définitive ne peut tarder et cela ne sera pas trop tôt.

Londres a perdu plusieurs importantes maisons de construction qui se sont installées dans d'autres régions là où les salaires sont moins élevés et où l'énergie électrique pour la force motrice peut être vendue meilleur marché. Les distributeurs d'énergie n'ont pas toujours traité leurs abonnés avec tous les ménagements désirables et il en résulte qu'ils en ont perdu beaucoup. Cependant si enfin de grandes installations modernes étaient organisées et si l'énergie était distribuée à des prix raisonnables, beaucoup d'industriels resteraient dans le comté de Londres en dépit des désavantages mentionnés ci-dessus.

A. H. B.

VILLES ET LOCALITÉS

DE LA RÉGION DE PARIS

(Seine — Seine-et-Oise — Seine-et-Marne)

DANS LESQUELLES EXISTE UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

ABRÉVIATIONS :

C = Courant continu.
A = Courant alternatif simple.
AD = Courants alternatifs diphasés.
AT = Courants alternatifs triphasés.
D = Système de distribution (la tension indiquée pour les canalisations à trois fils est celle qui existe entre les fils extrêmes).
FM = Force motrice.

SEINE

Paris (2 714 068 habitants) :

Compagnie continentale Edison. — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Vapeur. — Accumulateurs. — Alimenté en partie par son usine de Saint-Denis (Seine).

Compagnie anonyme d'éclairage du secteur de la place Clichy. — C — D : 5 fils, 440 volts. — FM : Vapeur. — Accumulateurs. — Alimenté en partie par l'usine du « Triphasé » d'Asnières (Seine).

Compagnie électrique du secteur de la rive gauche. — A, 42 périodes. — D : 3000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Usine municipale des Halles centrales. — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — A, 88 périodes. — D : 3000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Compagnie parisienne de l'air comprimé. — C — D : 5 fils, 440 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Compagnie d'éclairage électrique du secteur des Champs-Elysées. — A, 42 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Société anonyme d'éclairage et de force par l'électricité — C — D : 2 fils, 110 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur. — Alimenté en partie par son usine de Saint-Ouen.

Compagnie parisienne de force motrice. — C — D : 3 fils, 250 volts. — FM : Vapeur.

Alfortville (15 980 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière).* — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Cette usine alimente :
Arcueil-Cachan.
Charenton.
Créteil.
Fontenay-sous-Bois.
Gentilly.
Ivry-sur-Seine.
Joinville-le-Pont.
Kremlin-Bicêtre.
Maisons-Alfort.
Montreuil.
Montrouge (le Grand).
Nogent-sur-Marne.
Saint-Mandé.
Saint-Maur-les-Fossés.
Saint-Maurice.
Vincennes.
Vitry-sur-Seine.

Arcueil-Cachan (8425 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière).* — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Asnières (31 336 hab.). — *Société anonyme Nord-Lumière.* — Alimenté par l'usine de la Société anonyme « le Triphasé ».

Usine génératrice de la Société anonyme « le Triphasé ». — AT, 25 périodes. — D : 5700 volts au primaire. — Cette usine alimente en partie le secteur de la place Clichy à Paris, les distributions d'énergie exploitées par la Société électrique de Montmorency (Seine-et-Oise) et par la Société anonyme Nord-Lumière.

Bois-Colombes (12 726 hab.). — *Société anonyme Nord-Lumière.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières.

Boulogne-sur-Seine (44 416 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière)* — Alimenté par l'usine de Puteaux.

Charenton (17 980 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière).* — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Clamart (7391 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux.

Clichy (39 521 hab.). — *Société anonyme Nord-Lumière.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières.

Colombes (9149 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux.

Courbevoie (25 330 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien* (*Ouest-Lumière*). — Alimenté par l'usine de Puteaux.

Créteil (4923 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Fontenay-sous-Bois (9320 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Gennevilliers (10 056 hab.). — *Société anonyme Nord-Lumière.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières.

Gentilly (7423 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Ivry-sur-Seine (28 585 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Joinville-le-Pont (6016 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Kremlin-Bicêtre (11 850 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Levallois-Perret (58 073 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien* (*Ouest-Lumière*). — Alimenté par l'usine de Puteaux.

Maisons Alfort (10 547 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Montreuil (31 773 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Montrouge (17 298 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est Parisien* (*Est-Lumière*) — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Nanterre (14 140 hab.). — *Compagnie générale de lumière et de traction* — Alimenté par l'usine de Puteaux.

Neuilly-sur-Seine (37 493 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien* (*Ouest-Lumière*). — Alimenté par l'usine de Puteaux.

Nogent-sur-Marne (10 586 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Plessis-Piquet (le) (549 hab.). — Alimenté par l'usine de la *Compagnie des tramways de l'Ouest-Parisien.* — C — D : 3 fils, 550 volts.

Puteaux (24 331 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien* (*Ouest-Lumière*). : C — D : 110, 220, 440 et 600 volts. — A et A D, 53 périodes. — D : 2800 volts au primaire et 220 — 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Cette usine alimente :

Dans le département de la Seine :

Boulogne-sur-Seine,
Clamart,
Colombes,
Courbevoie,
Levallois-Perret.
Nanterre,
Neuilly-sur-Seine,
Suresnes.

Dans le département de Seine-et-Oise :

Bougival,
Chatou,
Chaville,
Garches,
Marnes,
Meudon,
Rueil,
Saint-Cloud,
Sèvres,
Suresnes,
Vaucresson,
Ville-d'Avray.

Saint-Denis (60 808 hab.). — *Société anonyme d'éclairage et de force par l'électricité.* — Alimenté par l'usine de Saint-Ouen. — A D, 40 périodes. — D : 6000 volts au primaire et 110 volts au secondaire.

Société d'électricité de Paris. — A T, 25 périodes. — D : 10 000 volts au primaire. — F M : Vapeur. — Usine génératrice alimentant le Métropolitain de Paris et les tramways du Nord-Parisien.

Compagnie continentale Edison. — C, 5000 volts et A T, 10 000 volts. — FM : Vapeur. — Usine génératrice alimentant le secteur de la Compagnie à Paris.

Saint-Mandé (15 726 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière).* — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Saint-Maur-les-Fossés (20 503 hab). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien* (*Est-Lumière*). — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Saint-Maurice (7325 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière).* — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Saint-Ouen (35 436 hab.). — Usine génératrice de la *Société anonyme d'éclairage et de force par l'électricité.* — A D, 40 périodes. — D : 12 500 et 6000 volts au primaire. — FM : Vapeur. — Alimente le secteur de la Société à Paris, Saint-Denis et Gonesse (Seine-et-Oise).

Suresnes (11 225 hab.). — *Société des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Gaz. — Alimenté en partie par l'usine de Puteaux.

Vincennes (31 405 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière).* — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

Vitry-sur-Seine (9894 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien (Est-Lumière).* — Alimenté par l'usine d'Alfortville.

SEINE-ET-OISE

Bennecourt (701 hab.). — Alimenté par l'usine de la Roche-Guyon.

Boigneville (507 hab.). — Alimenté par l'usine de la Roche-Guyon.

Bonnières (1155 hab.). — Alimenté par l'usine de la Roche-Guyon.

Bougival (2584 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Bouray (699 hab.). — *M. Tartier.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Chatou (3921 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Chaville (3633 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Deuil (3410 hab.). — *Société l'Electrique de Montmorency.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières (Seine).

Enghien (4067 hab.). — *Société l'Electrique de Montmorency.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières (Seine).

Etampes (9001 hab.). — *Compagnie électrique d'Etampes.* — C — D : 2 fils, 240 volts — Accumulateurs. — FM : gaz pauvre.

Freneuse (543 hab.). — Alimenté par l'usine de la Roche Guyon.

Garches (3333 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Gassicourt (1361 hab.). — *M. Tavan.* — C — D : 2 fils, 250 volts — FM : vapeur.

Gonesse (2757 hab.). — *Société Force et Lumière électriques.* — Alimenté par l'usine de Saint-Ouen (Seine). — D : 12 500 volts au primaire; 3 fils, 250 volts au secondaire.

Limets (510 hab.). — Alimenté par l'usine de la Roche-Guyon.

Marnes (450 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Mèriel (751 hab.). — *MM. Labrousse et Roux.* — AT : 50 périodes. — D : 2400 volts au primaire. — FM : vapeur.

Meudon (9702 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Moisson (385 hab.). — Alimenté par l'usine de la Roche-Guyon.

Montbray. — *M. L. Bila.* — C — D : 2 fils, 100 volts. — Accumulateurs. — FM : hydraulique. — Usine génératrice alimentant Presles.

Montfermeil (1606 hab.). — *Société anonyme des Grès.* — C — D : 3 fils, 1200 volts. — FM : gaz pauvre.

Montlignon (883 hab.). — *Société l'Electrique de Montmorency.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières (Seine).

Montmorency (5419 hab.). — *Société l'Electrique de Montmorency.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières (Seine).

Presles (3000 hab.). — Alimenté par l'usine de Montbray.

Quincy-sous-Senart (218 hab). — *M. Frachebois.* — C — D : 3 fils, 240 volts. — Accumulateurs. FM : vapeur. — Usine alimentant Varennes et Combs-la-Ville (Seine-et-Marne).

Rueil (11 013 hab.). — *Compagnie de l'Union des gaz.* — Alimenté par la station centrale de Puteaux (Seine).

Roche (la) Guyon (620 hab). — *M. Bréaut.* — AT : 50 périodes. — D : 4400 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : hydraulique et gaz pauvre.

Cette usine alimente :
- Bennecourt,
- Boigneville,
- Bonnières,
- Freneuse,
- Limetz,
- Moisson,
- Vétheuil.

Saclas (875 hab.). — *M. Ch. Gaillard.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : hydraulique et vapeur.

Saint-Chéron-Moncouronne (1984 hab). — *Société anonyme locale.* — C — D 3 fils, 220 volts. FM : vapeur.

Saint-Clair-sur-Epte (569 hab.). — *M. Dubus.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique.

Saint-Cloud (7195 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Saint-Prix (611 hab.). — *Société l'Electrique de Montmorency.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières (Seine).

Sèvres (8216 hab.). — *Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Soisy-sous-Montmorency (1613 hab). — *Société l'Electrique de Montmorency.* — Alimenté par l'usine du « Triphasé » d'Asnières (Seine).

Vallengoujard (352 hab.). — *M. Méry.* — C — D: 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Varennes (255 hab.). — Alimenté par l'usine de Quincy-sous-Sénart.

Vaucresson (1016 hab.). — *Cie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Versailles (54 982 hab.). — *Société versaillaise de tramways et de distribution d'énergie électrique :*

C — D, 550 volts pour le service des tramways. — A, 60 périodes D : 2300 volts au primaire et 110 volts au secondaire — FM : Vapeur.

Vétheuil (566 hab.). — Alimenté par l'usine de la Roche-Guyon,

Ville d'Avray (1532 hab.). — *Cie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

SEINE-ET-MARNE

Avon (2783 hab.) — *Cie Gaz et Eaux.* — Alimenté par l'usine de Fontainebleau.

Bois-le-Roi (1314 hab.). — Alimenté par l'usine de Melun.

Boissettes (les) (128 hab.). — Alimenté par l'usine de Melun.

Champagne (605 hab.). — Alimenté par l'usine de Moret-sur-Loing.

Chaumes (1992 hab.). — *M. Chulliat.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Combs-la-Ville (1138 hab.). — Alimenté par l'usine de Quincy-sous-Sénart (Seine-et-Oise).

Crouy-sur-Ourcq (1050 hab.). — *MM. Lefort, Ruvau et Cie.* — A, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire et 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique,

Dammarie (1734 hab.). — Alimenté par l'usine de Melun.

Faremoutiers (868 hab.). — *M. Bombled.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Fontainebleau (14 160 hab.) — *Société Gaz et Eaux* — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Vapeur. Cette usine alimente Avon.

Guignes-Rabutin (1163 hab.). — *M. L. Leblond.* — C — D : 2 fils, 110 volts-accumulateurs. — FM : Moteur à pétrole.

Melun (13 059 hab.). — *Société anonyme de Gaz et d'Electricité.* — A, 90 périodes. — D : 2500 volts au primaire; 200 et 100 volts au secondaire. — C — D : 550 volts pour le service des tramways. — FM : Vapeur.

Cette usine alimente :
- Bois-le-Roi,
- Boissettes (les),
- Dammarie,
- Voisenon.

Moret-sur-Loing (2090 hab.). — *M. Ch. Besombes.* — C — D : 2 fils, 150 volts. — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Cette usine alimente :
Champagne,
Sablons (les),
Saint-Mammès,
Thomery,
Veneux-Nadon.

Noisiel (1254 hab.). — *M. Menier.* — AT, 50 périodes. — D : 2000 volts et 550 volts au primaire; 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Provins (8794 hab.). — *M. X. Garnot.* — C — D : 2 fils, 100 volts. Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Sablons (les). — Alimenté par l'usine de Moret-sur-Loing.

Saint-Mammès (1106 hab.). — Alimenté par l'usine de Moret-sur-Loing.

Thomery (1300 hab.). — Alimenté par l'usine de Moret-sur-Loing.

Veneux-Nadon (1219 hab.). — Alimenté par l'usine de Moret-sur-Loing.

Voisenon (320 hab.). — Alimenté par l'usine de Melun.

BIBLIOGRAPHIE

Etude de la résonance des systèmes d'antennes dans la télégraphie sans fil, par C. Tissot. — Un vol. format 23 × 14 cm, de 204 p. avec fig. (Extrait des *Annales de chimie et de physique*, 1906.) (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

L'étude purement expérimentale de M. Tissot se rapporte aux oscillations mises en jeu dans les systèmes utilisés en télégraphie sans fil.

Cet intéressant et très utile travail est divisé en quatre parties.

Dans la première, l'auteur expose très clairement le résultat de ses recherches sur les conditions générales de résonance d'un certain nombre d'antennes et d'excitateurs. Cette étude a fourni à M. Tissot des méthodes susceptibles de se prêter à un contrôle mutuel pour la détermination des constantes des oscillateurs et des résonateurs, ces appareils se trouvant définis en principe lorsqu'on connait la valeur de la période et de l'amortissement.

La détermination des périodes des systèmes d'antennes constitue la deuxième partie de ce mémoire, et celle des amortissements est exposée dans la troisième.

Enfin, dans la quatrième partie, M. Tissot a rassemblé tous les documents recueillis au cours de ses expériences sur les valeurs de l'énergie mise en jeu dans les systèmes d'antennes et sur l'influence exercée par les divers facteurs, dont dépend la transmission, sur la quantité d'énergie émise.

-oo-

Sur l'unité des forces et de la matière, par Pierre Palladino, agrégé à l'Université de Gênes. — Un vol. format 24 × 16 cm, de 144 pages avec fig. (Turin, imprimerie J.-U. Cassone.)

Le but de cette étude est de prouver que tous les corps et tous les phénomènes physiques et chimiques devraient et peuvent rationnellement dériver d'une matière unique soumise à une force unique.

L'auteur a le soin de dire dans son avant-propos que son travail n'est pas parfait, mais qu'il croit utile de le publier, car il espère qu'il soulèvera des discussions très importantes parmi les savants.

Ce travail original ne manquera pas d'attirer l'attention, surtout à notre époque où les nouvelles théories de la physique sont l'objet d'études importantes et de recherches expérimentales tendant à les vérifier.

-oo-

Etat actuel des industries électriques. *Conférences faites sous les auspices de la Société française de physique et de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.* — Un vol. format 25 × 16,5 cm, de 247 pages avec 78 fig. Prix : 5 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

La Société française de physique, à qui l'on doit l'organisation de ces conférences, a eu, en cette occasion, une très heureuse initiative. L'ensemble de ces conférences expose d'une manière précise la situation actuelle des grandes industries dont les applications si nombreuses de l'énergie électrique ont nécessité la création et qui, en quelques années, ont pris un développement considérable.

Ces huit conférences, faites par des spécialistes éminents, contiennent des renseignements précis et pratiques, la partie théorique ayant été volontairement laissée de côté.

M. Paul Janet, le savant directeur de l'Ecole d'électricité, a exposé les tendances et les recherches actuelles de l'électrotechnique en ce qui concerne les machines génératrices d'énergie électrique, le fonctionnement des alternateurs, les moteurs à vapeur et hydrauliques actionnant les génératrices, le transport électrique de l'énergie, les moteurs électriques et enfin l'éclairage.

M. Chaumat, sous-directeur de l'Ecole supérieure d'électricité, a fait connaître les progrès récents réalisés en électrochimie.

M. R. V. Picou a clairement expliqué, avec grande clarté, les principes généraux sur lesquels est fondée la construction des dynamos à courant continu.

M. A. Hillairet avait pris pour sujet de sa conférence les moteurs électriques dans l'industrie. Après avoir décrit les différents genres de moteurs et indiqué leur mode de fonctionnement et d'emploi, il montre les nombreux avantages que présente, dans l'industrie, l'emploi des moteurs électriques.

M. Jumau a traité la question de l'industrie des accumulateurs.

Venant compléter les conférences de M. Janet et de M. Picou, M. Boucherot a entretenu son auditoire des principes généraux de construction des alternateurs.

Les progrès récents accomplis dans le domaine de l'éclairage électrique ont été exposés par M. Pierre Weiss.

Enfin, M. de la Touanne a traité la question téléphonique et montré la multiplicité des problèmes déjà résolus et à résoudre pour obtenir un service téléphonique donnant toute satisfaction.

-oo-

L'électricité à l'Exposition universelle et internationale de Liège (1905), par J.-A.

Montpellier, rapporteur général du groupe de l'électricité, avec une introduction par Eug. Sartiaux, président du comité du groupe de l'électricité. — Un vol. format 25 × 16,5 cm, de xxx-495 pages avec 238 fig. Prix : 18 fr. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Nous nous bornerons à signaler ici la publication de ce rapport qui ne s'occupe pas seulement de la section française, mais aussi de la section belge et des sections étrangères.

CHRONIQUE

Prolongement de la durée des poteaux en bois.

La *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift* décrit comme il suit un procédé appliqué par la fabrique Sprecher et Schuh d'Aarau (Suisse), pour prolonger la durée des poteaux en bois des lignes électriques :

On enlève la terre, autour du pied du poteau à traiter, sur une profondeur de 50 à 60 cm et on laisse sécher, durant deux à trois jours, la partie ainsi mise à nu. Ensuite on enduit avec soin cette partie d'une couche de goudron, couche que l'on applique également jusqu'à environ 0,40 cm au-dessus de la surface du sol. Cette dernière opération terminée, on place autour du bois goudronné une enveloppe de fibrine que l'on fixe légèrement au moyen de clous à large tête enfoncés dans le bois et qui reçoit ensuite, à son tour, une couche de goudron. Enfin on applique autour du poteau et sur l'enveloppe de fibrine une gaine métallique (par exemple en tôle de fer galvanisé), dont la face intérieure est également goudronnée, afin de protéger la fibrine contre les influences mécaniques et la corruption. En clouant la gaine métallique autour du poteau, on doit prendre les précautions nécessaires pour obtenir un calfeutrage aussi parfait que possible entre la gaine, la fibrine et le poteau. Enfin il est bon de goudronner la face extérieure de la gaine métallique. Ces opérations successives s'exécutent très facilement et sans grands frais sur les poteaux qui se trouvent encore en magasin. Les quantités de matériaux nécessaires pour chaque poteau sont les suivantes : 0,30 — 0,35 m² de tôle de fer galvanisé ou ordinaire de 0,6 à 1 mm d'épaisseur, plus environ 0,6 à 0,8 m² de fibrine et de goudron, soit une dépense de 0,60 à 1 franc. Il faut environ une heure de travail pour effectuer les diverses opérations ci-dessus. Le total des frais, pour donner aux poteaux neufs et non encore plantés en terre le dispositif protecteur susmentionné, est de 1,20 à 1,50 fr par unité.

G.

6e concours de jouets à Paris.

Le concours Lépine, qui offre chaque année aux inventeurs l'occasion de montrer au public le produit de leur imagination, va prochainement s'ouvrir.

Il aura lieu du 18 septembre au 7 octobre à l'Alcazar d'été.

Le Comité d'organisation adresse à tous les inventeurs et aux petits fabricants un dernier appel, leur renouvelant que ce concours, qui lors de sa fondation par le préfet de police se rapportait plus particulièremen aux jouets et articles de Paris, s'étend maintenant à toutes les branches de l'activité humaine.

De nombreux prix en espèces, objets d'art, médailles et diplômes sont accordés aux lauréats.

Le règlement du concours est adressé franco à toute personne qui en fait la demande au siège de la Société des « Petits fabricants et inventeurs français », 187, rue du Temple, Paris.

UNION INTERNATIONALE DE TRAMWAYS ET DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

Congrès international de Milan.

17-21 septembre 1906.

Ordre du jour des séances : *Première séance. — Lundi 17 septembre (9 heures 1/2).*

I. Ouverture du congrès par Son Excellence le Ministre des travaux publics.

II. La traction électrique sur les lignes secondaires. Conférence de M. Eric Gérard, professeur à l'Université de Liège et directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore à Liège. M. le professeur E. Gérard étant empêché de se rendre à Milan, M. Ch. Thonet, directeur général de la Société d'entreprise générale de travaux, a bien voulu se charger de présenter ce travail et de traiter la question au congrès.

III. De l'importance économique des usines génératrices et des moteurs à gaz pauvre dans les installations de tramways et de chemins de fer d'intérêt local. Rapporteur : M. E.-A. Ziffer, ingénieur civil, président du Conseil d'administration des chemins de fer de la Bukowine, Vienne.

Deuxième séance. — Mardi 18 septembre (9 heures).

I. Du gabarit des voitures de tramways urbains, spécialement au point de vue de la largeur. Rapporteur : M. H. Géron, ingénieur, directeur de la Société des tramways de Cologne (en liquidation), Bruxelles.

II. Réglementation relative aux moteurs de traction à courant continu. Projet de réglementation présenté par M. G. Kapp, professeur à l'Université de Birmingham, ancien secrétaire général de l'Association allemande des électriciens, au nom de MM. G. Rasch, professeur à l'Ecole polytechnique d'Aix-la-Chapelle; A. Blondel, professeur à l'Ecole des ponts et chaussées, Paris; E. d'Hoop, directeur du service technique à la Société « les Tramways bruxellois »; C.-H. Macloskie, ingénieur en chef à l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft; Swinburne, ancien président de l'Association anglaise des électriciens, et Wyssling, professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich.

III. Avantages et inconvénients dans les réseaux importants, du système d'alimentation par zones isolées ou non isolées, comparé au système d'alimentation sans aucun sectionnement. Rapporteurs : M. Piazzoli, directeur de la Société sicilienne d'entreprises électriques, Palerme, et M. G. Rasch, professeur à l'Ecole polytechnique d'Aix-la-Chapelle.

IV. Le soir, à la réception offerte par la Société générale italienne Edison d'électricité, conférence de M. G. Semenza, ingénieur, inspecteur des services électriques de la Compagnie, sur « Les turbines à vapeur dans leurs applications à la traction électrique ».

Troisième séance. — Jeudi 20 septembre (9 heures).

I. Construction des voies dans les réseaux de tramways urbains (infrastructure et superstructure). Rapporteurs : M. H. Dubs, directeur des tramways de Marseille, et M. A. Busse, ingénieur en chef de la grande Compagnie des tramways de Berlin (Grosse Berliner Strassenbahn).

II. Superstructure de la voie pour lignes de chemins de fer d'intérêt local au point de vue spécial : *a*) de la longueur des rails à mettre en œuvre; *b*) de l'emploi des joints soudés (Falk, Goldschmidt, etc.; *c*) du chevauchement des joints: *d*) des moyens d'empêcher le desserrage des boulons. Rapporteur : M. C. de Burlet, directeur général de la Société nationale des chemins de fer vicinaux, Bruxelles.

III. Résultats obtenus par l'emploi de compteurs de courants et autres sur les voitures de tramways. Rapporteur : M. Wattmann, directeur des tramways municipaux de Cologne.

Quatrième séance. — Vendredi 21 septembre (9 heures).

I. Avantages et inconvénients des différents systèmes de freins mécaniques en usage dans les exploitations de tramways électriques. Rapporteurs : M. L. Petit, ingénieur, chef de division à la Société nationale de chemins de fer vicinaux, Bruxelles, et M. Scholtes, directeur des tramways de Nuremberg-Fürth.

II. De la vitesse maximum des trains pour les lignes de chemins de fer d'intérêt local sur siège spécial et pour les lignes sur route. Rapporteur : M. E. Krasa, inspecteur général des chemins de fer d'intérêt local de la Bukowine à Czernowitz.

III. Communications diverses.

Clôture du congrès.

IV. Assemblée générale statutaire de l'Union internationale.

-∞-

Lampes à incandescence à filaments métallisés.

On lit dans l'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger:* « Jusqu'ici, dans la construction des lampes électriques à incandescence, on utilisait des filaments de charbon consommant de 3 à 3 1/2 volts par bougie normale; mais, dans ces derniers temps, on est parvenu à remplacer avantageusement ces filaments de charbon par des filaments en métal (osmium, iridium, tantale, zirconium, manganèse, chrome, titane, vanadium, niobium, etc.). Ces nouvelles lampes ne consomment, par bougie normale, que 0,75 à 1 watt, ce qui rend leur emploi particulièrement précieux là où on n'a besoin que d'un éclairage peu étendu. Par suite de leurs propriétés physiques, les filaments métalliques ou métallisés se prêtent fort bien aux tensions assez basses (à partir de 2 volts) et ils donnent, sous cette tension, l'éclairement utile (de 1 à 6 bougies normales). Malgré leur minime consommation d'énergie, ils présentent, dans la pratique, une durée presque illimitée sans atténuation de leur intensité lumineuse Quant aux anciennes lampes à filament de charbon, comme on le sait, elles ne peuvent se construire pour une tension de moins de 3 à 4 volts, et elles ne donnent alors qu'un faible éclairement qui diminue dans une mesure appréciable, après une durée fort courte, quand elles ne se trouvent pas complètement brûlées dès leur mise en circuit. Comme les lampes à filament métallique et à 2 volts exigent, pour leur puissance d'éclairement assez grande, une intensité de courant naturellement plus élevée (de 0,5 à 3 ampères pour une lampe de 1 à 6 bougies normales), on ne peut utiliser, pour les alimenter, les piles à liquide immobilisé ordinaires; car ces dernières parviennent difficilement à fournir, même durant un laps de temps très court, l'intensité nécessaire. Par contre, on a la possibilité d'employer, comme source d'alimentation, des accumulateurs à la fois peu volumineux et d'un maniement commode qui peuvent débiter le courant, durant des heures entières, sans chute de tension appréciable. Chaque élément d'accumulateur possède exactement, comme on le sait, une tension de 2 volts; un seul élément de l'espèce suffit donc pour alimenter les nouvelles lampes, tandis que, pour alimenter les lampes à filaments de charbon, il en faut deux. Il résulte de cette circonstance que la charge de l'accumulateur se trouve sensiblement simplifiée; en outre, on n'a plus à redouter les perturbations qui se produisent si facilement, dans les accumulateurs à plusieurs éléments, par suite de mauvaises connexions. Les filaments métalliques ou métallisés trouvent un emploi avantageux dans les lampes de poche, ainsi que dans celles pour lanternes de touristes, bicyclistes, veilleurs de nuit, etc. ». — G.

-∞-

L'industrie électrique en Suisse durant 1905.

L'Union des constructeurs suisses de machines électriques a récemment publié, sur la campagne de 1905, un rapport duquel nous détachons les observations suivantes :

Dans le cours de 1905, les commandes ont été nombreuses et importantes. Malheureusement les prix de vente, en raison de la vive concurrence entre les diverses maisons, n'ont pas donné satisfaction, et les mêmes conditions semblent devoir persister en 1906. Ce qui a rendu la situation encore plus défavorable, c'est que, par suite de l'activité générale de l'industrie métallurgique, les cours des matières brutes ont éprouvé une hausse appréciable. Des tentatives ont été faites en Suisse, de même que dans les autres pays, afin d'amener les divers constructeurs à agir en commun pour maintenir les prix de vente à un chiffre raisonnable. On a sans doute obtenu un certain résultat dans ce sens, mais sans arriver à une amélioration complète de la situation. D'autre part, les nouveaux tarifs douaniers semblent devoir influencer tout développement ultérieur de notre industrie électrique. Ces nouveaux tarifs ont rendu sensiblement plus difficile notre exportation vers des marchés étrangers importants; et, d'autre part, on ignore encore si l'on parviendra à trouver, à titre de compensation, d'autres débouchés.

G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. De Soye et Fils, Impr., 18, R. des Fossés S.-Jacques.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 320 15 Septembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **MM. H. Dunod** *et* **E. Pinat,** *éditeurs, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, avenue de Saxe, 43, Paris, VIIe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien,** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

L'USINE GÉNÉRATRICE DE LIVET (ISÈRE)

(Suite et fin) [1]

Tableau de distribution et installation générale. — Le tableau de distribution constitue certainement la partie la plus originale de cette importante installation.

Trois particularités principales caractérisent ce tableau :

1° Suppression des coupe-circuit fusibles, remplacés par des interrupteurs automatiques à rupture différée;

2° Commande à distance des interrupteurs et éloignement des circuits et appareils à haute tension de tout volant ou levier de manœuvre ainsi que de tout instrument de mesure. A cet effet, tous les appareils de manœuvre et tous les appareils indicateurs sont groupés dans un espace restreint de manière à pouvoir être facilement actionnés et surveillés par un seul homme; les instruments de mesure ne reçoivent que des courants transformés à basse tension; enfin tout courant à haute tension est absolument éloigné de la plateforme de manœuvre où, par suite, l'électricien de service est à l'abri de tout danger;

3° Chaque élément des tableaux à haute tension est logé dans une sorte de niche dont les parois sont en ciment armé, ce qui empêche tout contact accidentel avec les autres éléments et aussi avec tout autre objet ou personne.

De plus, on a largement usé des connexions amovibles, permettant de réaliser des combinaisons très variées, qui sont de la plus grande utilité soit pour effectuer des essais, soit pendant l'exploitation régulière.

Le schéma général de l'installation (fig. 5) permet de se rendre compte facilement du fonctionnement de l'usine.

Les enroulements induits de trois phases de chaque alternateur sont reliés, d'une part, au centre de l'étoile placé à l'intérieur et, d'autre part, à six bornes extérieures. Trois de ces bornes reçoivent l'extrémité de la 7e spire de chaque bobine et les trois autres, l'extrémité de la 8e spire.

Ces six bornes sont reliées au commutateur spécial permettant de mettre ou non en circuit la 8e spire. Ce commutateur est placé dans une niche spéciale en sous-sol, située entre l'alternateur et la galerie. Cette galerie, de 1,80 m de hauteur, va des alternateurs au tableau de distribution. Les trois câbles, partant d'un alternateur, suivent la galerie et pénètrent, au niveau du rez-de-chaussée, dans la niche correspondant à cet alternateur.

Au rez-de-chaussée est située la salle affectée aux appareils à 3500-4250 volts (fig. 4).

Sur l'un des côtés de cette salle, on a construit quatre niches ou casiers affectés, les trois premiers aux alternateurs, le quatrième aux excitatrices.

Chaque casier d'alternateur comporte :

1° un interrupteur principal,

2° un transformateur de tension,

3° un transformateur d'intensité.

L'interrupteur principal, à rupture dans l'huile, permet de couper toute la charge de l'alternateur. L'axe de cet appareil porte un pignon pour chaîne de Galle qui permet de placer le volant de manœuvre à distance sur la plateforme où se tient l'électricien de service. Pour fermer l'interrupteur, il suffit de manœuvrer le volant pour faire tourner l'arbre, un ressort, tendant constamment à ouvrir l'interrupteur, est maintenu dans la position de fermeture par un cliquet qu'il suffit de soulever pour provoquer l'ouverture. Le soulèvement du cliquet peut s'effectuer à partir de la plateforme soit mécaniquement, soit électriquement par l'envoi d'un courant dans une petite bobine placée sur l'interrupteur et constituant un relais utilisant le courant d'excitation; on peut déterminer son fonctionnement par un simple contact à l'aide d'un bouton de sonnerie placé à la portée de l'électricien de service.

L'interrupteur peut aussi être ouvert automatiquement, si le courant dépasse pendant un temps déterminé une valeur donnée, par l'emploi de relais triphasés dont le fonctionnement sera expliqué à la fin de cette description des installations de Livet.

Entre deux des bornes de l'interrupteur est branché un transformateur de tension; sur le câble partant de la troisième borne est intercalé un transformateur d'intensité.

Le transformateur de tension est une bobine à noyau droit; celui d'intensité est à circuit magnétique fermé. En établissant les connexions du primaire de ces deux transformateurs comme on vient de l'indiquer, on a, par exemple, l'intensité sur la phase 1 et la différence de potentiel entre les phases 2 et 3, grandeurs qui, dans un circuit sans décalage, sont perpendiculaires entre elles. Le transformateur d'intensité doit être calculé pour obtenir un décalage de 180°

(1) Voir l'*Electricien*, n° 818, 1er sept. 1906, p. 131; n° 819, 8 sept., p. 145.

entre le primaire et le secondaire; le transformateur de tension donne un décalage de 90°. En établissant convenablement les connexions des circuits secondaires de ces transformateurs de mesure, on peut les utiliser pour se servir d'un wattmètre. Le décalage entre la tension et l'intensité dans les circuits secondaires est le même que celui qui existe entre la tension et l'intensité, dans un des circuits principaux, en supposant les phases également chargées et également décalées.

Tous les voltmètres de l'installation fonctionnent à 150 volts au maximum. Sauf le voltmètre principal du tableau des feeders qui indique par lecture directe la valeur de la tension au départ des lignes, ils sont tous gradués de 0 à 150, le chiffre 100 correspondant à la tension de 3500 volts. On a ainsi les valeurs de la tension indiquées en tant pour cent, au lieu de les avoir en valeurs absolues.

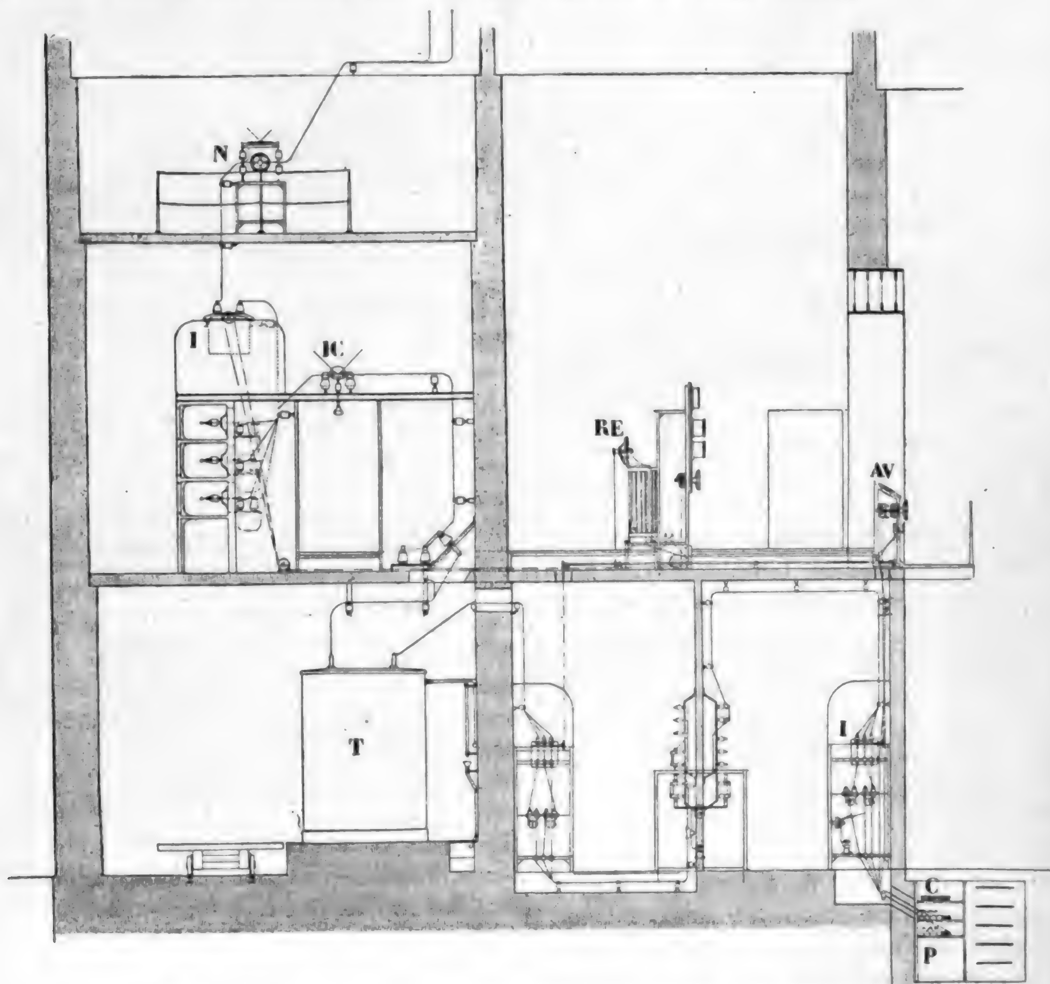


Fig. 4. — Coupe de l'usine du Livet montrant l'installation du tableau et des transformateurs.

Ces transformateurs de mesure sont assez largement calculés pour pouvoir desservir, celui de tension plusieurs voltmètres montés en dérivation sur les bornes du circuit secondaire, celui d'intensité, plusieurs ampèremètres en série. Le transformateur de tension alimente en outre la lampe de phase du synchroniseur et le transformateur d'intensité, les relais triphasés provoquant l'ouverture de l'interrupteur principal en cas de surcharge exagérée.

Les ampèremètres sont parcourus par un courant de 1 ampère lorsque le courant principal a son intensité maximum, mais leur graduation est établie de manière à donner par lecture directe la valeur de l'intensité à mesurer.

Le casier affecté aux excitatrices contient deux interrupteurs principaux, manœuvrés de la plateforme à l'aide de renvois par chaîne de Galle. Ils sont munis de dispositifs de déclenchement, en cas d'excès de courant, avec soufflage magnétique des étincelles de rupture.

Dans la même salle du rez-de-chaussée et du

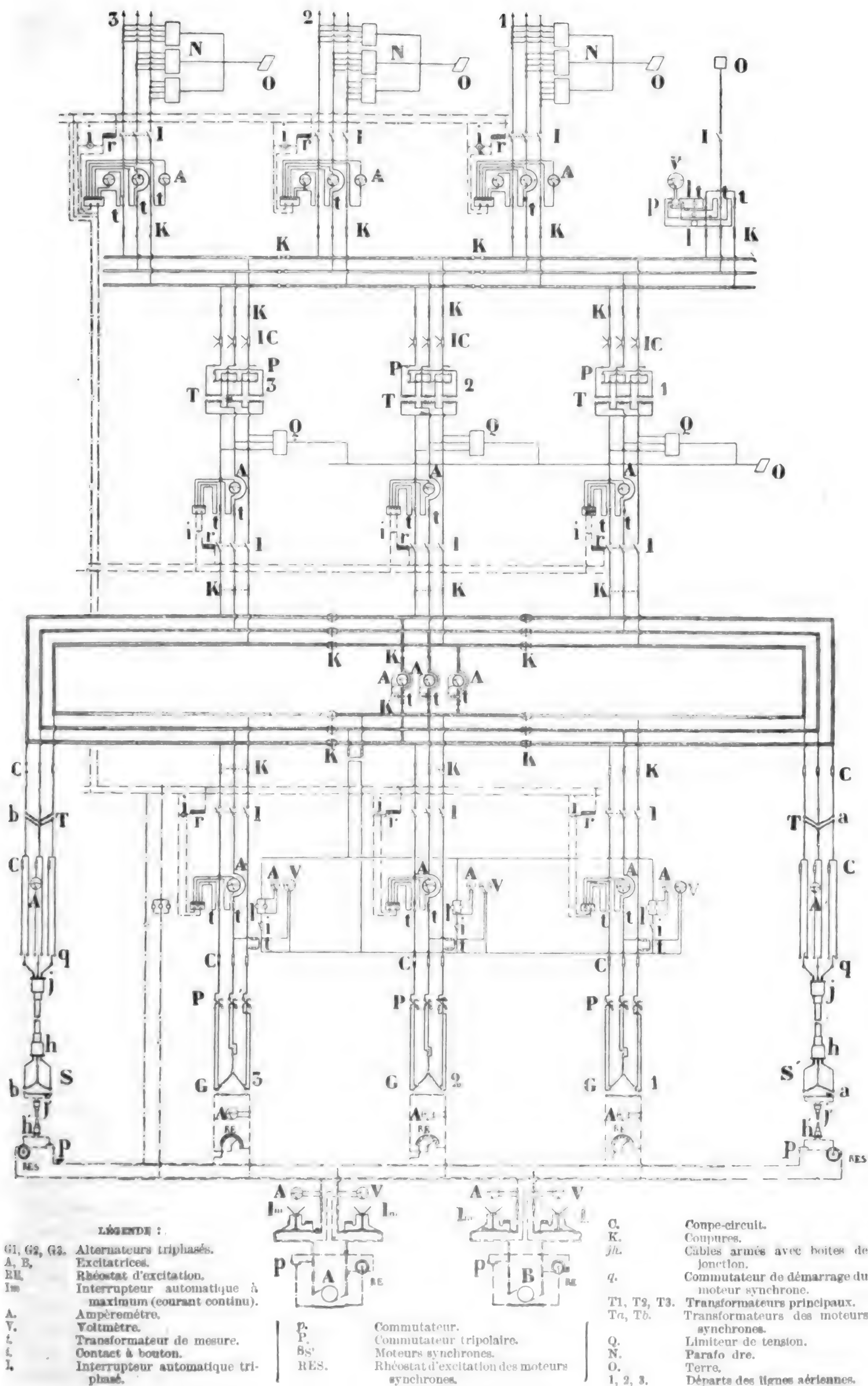


Fig. 5. — Schéma général de l'installation de l'usine de Livet.

côté opposé aux casiers des alternateurs et des excitatrices, sont les trois casiers affectés au circuit primaire des trois transformateurs-élévateurs de tension. Dans chaque casier se trouve un interrupteur à huile permettant de couper les circuits en charge; cet interrupteur est à commande mécanique pour la fermeture, et à déclenchement mécanique ou par relais électrique pour l'ouverture. Des transformateurs de mesure de tension et d'intensité, alimentant également les relais à maximum, sont branchés sur les circuits primaires des transformateurs principaux. Chaque casier renferme, en outre, un limiteur de tension à 26 000 volts, avec résistance en charbon intercalée sur le fil de terre. Cet appareil a été installé pour le cas, assez problématique, où une décharge atmosphérique, frappant la ligne, ne serait pas totalement arrêtée par les parafoudres placés sur les circuits à 26 000 volts et amènerait un court circuit entre les enroulements secondaire et primaire du transformateur. Le limiteur de tension arrêterait, dans ce cas, la décharge et préserverait les alternateurs.

Les casiers se trouvant dans cette salle ont chacun 1 m de largeur sur 1 m de profondeur, et les appareils qui y sont installés occupent une hauteur de 2 m. Les parois ont 5 cm d'épaisseur et sont constituées par du métal déployé servant d'armature au ciment qui l'entoure.

Les barres collectrices à 3500 4250 volts sont disposées entre les alternateurs et les transformateurs. Elles forment un circuit fermé auquel aboutissent, d'une part, les câbles amenant le courant des alternateurs et, d'autre part, les câbles conduisant le courant aux circuits primaires des transformateurs-élévateurs de tension.

Sur toutes les barres, on a ménagé des coupures, pourvues de connexions amovibles, permettant de travailler en toute sécurité en isolant du reste de l'installation la partie sur laquelle on veut opérer. Ce système de connexions amovibles permet d'alimenter un transformateur quelconque par n'importe lequel des alternateurs, et de faire fonctionner indépendamment deux groupes électrogènes sur deux transformateurs.

Au milieu de la boucle fermée, constituée par les barres principales, sont disposées trois connexions transversales sur lesquelles sont branchés les transformateurs de mesure des ampèremètres totalisateurs.

En fonctionnement normal, les connexions amovibles des barres sont disposées de manière à interrompre la boucle de deux côtés, afin d'utiliser seulement les connexions transversales pour relier les alternateurs aux transformateurs.

Les moteurs synchrones actionnant les régulateurs des turbines sont branchés également sur les barres collectrices, par l'intermédiaire de transformateurs spéciaux abaissant la tension de 3500 volts à 200 volts. Ces transformateurs ont une puissance suffisante pour alimenter également d'autres moteurs et les lampes de l'usine. On dispose ainsi de courants triphasés à basse tension, en même temps que de courant continu pour les besoins locaux.

Ces transformateurs, d'une puissance apparente de 30 kilovolts-ampères, sont immergés dans l'huile.

Le tableau correspondant à chaque moteur synchrone est placé devant le transformateur; il comporte un interrupteur principal, un rhéostat d'excitation et un commutateur de démarrage. Un ampèremètre est intercalé sur l'une des phases.

Les connexions reliant le tableau au moteur sont établies au moyen de câbles armés logés dans des caniveaux établis dans la salle des machines.

D'après la disposition indiquée sur le schéma général (fig. 5) un régulateur peut bien fonctionner sur un ou sur deux alternateurs quelconques couplés en parallèle; mais, si les deux alternateurs fonctionnent séparément, il est nécessaire de faire commander le groupe électrogène de droite par le régulateur de droite et celui de gauche par le régulateur de gauche. Toutefois, il peut arriver que le régulateur de gauche ne soit pas disponible et que ce soit le groupe électrogène de gauche qui, alimentant Grenoble, doit nécessairement être réglé, tandis que le groupe électrogène de droite alimente un autre service où le réglage automatique est moins nécessaire.

Dans ce cas, il faudrait faire agir le régulateur de droite sur le groupe électrogène de gauche, sans empêcher le fonctionnement d'un des groupes de droite. Cette combinaison a été réalisée en établissant une connexion complémentaire permettant de brancher un quelconque des moteurs synchrones sur un côté ou l'autre de la boucle formée par les barres principales.

Cette disposition consiste à placer sur les fils allant à chaque transformateur T (fig. 6) des moteurs des doubles connexions amovibles K qui, en l'espèce, sont des fusibles. Entre les deux fusibles d'un même conducteur, est établi

un conducteur auxiliaire relié au conducteur de même phase de l'autre transformateur ; un fusible amovible K est intercalé sur ce conducteur auxiliaire. L'ensemble comporte cinq jeux de mâchoires pour recevoir les fusibles, mais il n'y a que quatre jeux de ces derniers.

On a encore disposé, parallèlement aux barres collectrices, des barres auxiliaires *a*, *b*, *c*

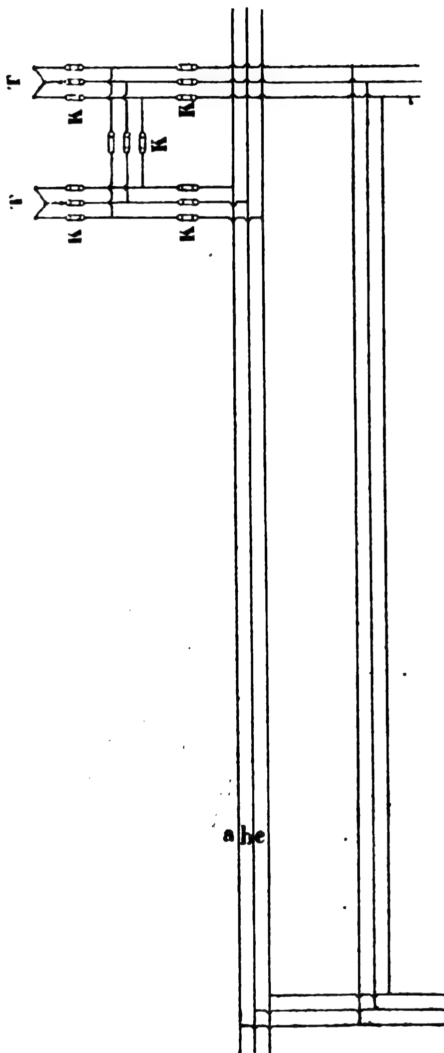
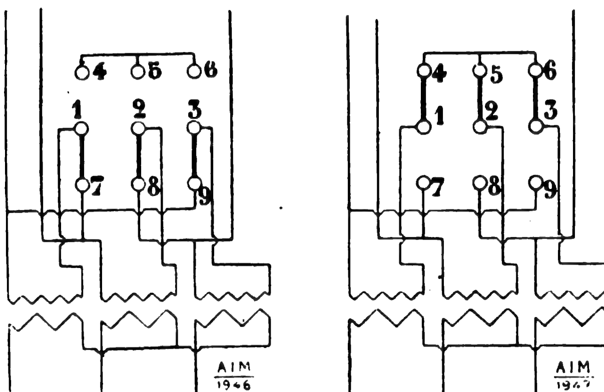


Fig. 6. — Connexions auxiliaires des moteurs synchrones des régulateurs.

que des connexions volantes à mâchoires permettent de relier en un point quelconque des barres principales. Ces barres auxiliaires ont servi spécialement aux essais et aboutissaient à un rhéostat liquide constitué par une grande caisse dans laquelle une conduite amenait de l'eau prise au déversoir, de manière à assurer une circulation continue. Dans cette caisse plongeaient, d'une hauteur réglable, trois électrodes en tôle. La caisse avait 2,50 m de hauteur et une surface de 1,50 m² à la base.

La salle des transformateurs-élévateurs de tension est située derrière la salle des appareils à 3500-4250 volts (fig. 4). Les connexions entre les interrupteurs et les circuits primaires ont été établies avec des câbles passant dans une ouverture ménagée dans la cloison séparant les deux salles.

Les câbles partant des bornes des secondaires des transformateurs aboutissent, dans la salle des appareils à 26 000-32 500 volts, situés au-dessus du local des transformateurs, à un commutateur permettant de monter les circuits secondaires en étoile ou en triangle. Ce commutateur se compose de neuf isolateurs à haute tension, munis de mâchoires dans lesquelles on peut insérer des lames de



Montage en triangle. Montage en étoile.

Fig. 7. — Commutateur des transformateurs.

cuivre (fig. 7). En plaçant les lames en 1-4, 2-5, 3-6, on réalise le montage en étoile et en les plaçant en 1-7, 2-8 et 3-9, on a le montage en triangle. Chacun de ces commutateurs est installé dans un casier formé par des cloisons en ciment.

A la sortie du commutateur I (fig. 4), les câbles montent verticalement jusqu'à un autre interrupteur coupe-circuit à cornes N, disposé sur un plancher intermédiaire qui a été établi à 2,80 m au dessus du sol de cette salle. Cet appareil constitue une connexion amovible permettant d'isoler le transformateur correspondant de la ligne, en cas de réparation ou de vérification ; il comporte les organes d'un interrupteur à cornes, parce qu'il peut être nécessaire de le manœuvrer lorsque la ligne est en charge. La partie conductrice mobile de cet interrupteur est composée de fusibles.

L'emploi de ce dispositif n'est pas en con-

tradiction avec le principe du fonctionnement de l'installation sans fusibles, car le rôle de ces derniers consiste à protéger une partie de l'installation et la ligne contre le courant revenant de la ligne ou des barres collectrices à 26000-32 500 volts sur un transformateur. C'est un dispositif de sécurité destiné à éviter l'action nuisible d'un court-circuit intérieur par suite d'une fausse manœuvre et non une précaution contre un court-circuit en ligne ou dans les réseaux d'utilisation.

Ces interrupteurs coupe-circuit sont installés entre les transformateurs et les barres collectrices à 26 000-32 500 volts. Les câbles qui en partent ne sont pas reliés aux barres collectrices par des connexions permanentes, mais bien par l'intermédiaire de fiches mobiles, analogues aux jacks téléphoniques, mais de plus grandes dimensions.

La communication entre les barres collectrices et les interrupteurs commandant les lignes de départ est également établie à l'aide de fiches mobiles. En outre, des lames amovibles permettent d'interrompre ou de rétablir la continuité des barres entre les différentes fiches. Grâce à ces dispositifs, on peut réaliser des combinaisons multiples, qui sont les suivantes :

1° Alimenter une ou plusieurs des trois lignes partant de l'usine par un ou deux quelconques des transformateurs, soit en parallèle, soit séparément;

2° Séparer les phases d'une même ligne, en cas de dérangement sur des conducteurs de phases différentes appartenant à plusieurs lignes, pour envoyer le courant dans des fils appartenant à des lignes différentes, afin de constituer un circuit complet de secours.

Les interrupteurs placés au départ des lignes sont à rupture dans l'huile et permettent de couper le circuit en charge. Ils sont manœuvrés à distance comme les interrupteurs primaires; leur fermeture est à commande mécanique et leur ouverture est obtenue par déclenchement mécanique ou électrique, ce dernier se produisant, soit en agissant sur un bouton de contact, soit par l'intermédiaire d'un relais à maximum.

Les barres collectrices sont disposées horizontalement entre deux cloisons verticales; de plus, des cloisons horizontales séparent les barres entre elles et leurs divers tronçons sont encore séparés par de petites cloisons verticales.

Les conducteurs venant des transformateurs et ceux qui vont aux lignes de départ sont placés dans des casiers distincts séparés par des cloisons verticales.

Sur les conducteurs allant aux lignes sont intercalés des transformateurs de mesure dont les secondaires alimentent les ampèremètres installés sur les panneaux de la plateforme de manœuvre.

Les barres collectrices sont ainsi placées dans des niches ne contenant chacune qu'une seule fiche de jonction. Ces niches ont 1,25 m de largeur, 0,60 m de hauteur et 0,85 m de profondeur; elles sont construites en ciment armé d'une épaisseur de 28 mm.

Les câbles partant des interrupteurs de ligne se rendent à la tourelle de départ, après avoir passé, à l'étage supérieur, dans des parafoudres à éléments multiples du système Würtz. Chaque élément de parafoudre est constitué par une boîte en porcelaine divisée en deux parties et contenant sept cylindres moletés en cuivre. Ces éléments sont montés sur un châssis en bois portant quatre bobines de self. Les cylindres de chaque élément ne sont distants entre eux que d'une fraction de millimètre.

Ces parafoudres se sont montrés très efficaces. Des effluves provenant des charges statiques des lignes se produisent presque continuellement; plus le temps est orageux, plus les effluves sont intenses et la salle s'imprègne d'une forte odeur d'ozone. Le fonctionnement de la ligne a toujours été parfaitement régulier aussi bien par temps orageux que par beau temps.

Les barres collectrices communiquent, par une de leurs extrémités, avec trois transformateurs à courant alternatif simple, montés en étoile. Le centre de l'étoile est relié à l'une des extrémités du primaire d'un autre transformateur, dont l'extrémité opposée est mise à la terre, avec un interrupteur intercalé sur le conducteur de terre. Les secondaires de ces transformateurs alimentent des lampes-témoins et, par l'intermédiaire d'un commutateur approprié, le voltmètre principal. Les lampes-témoins servent d'indicateurs de terre lorsque l'interrupteur, placé après le quatrième transformateur, est fermé; de même, le voltmètre peut, par la manœuvre de son commutateur, remplir le rôle d'indicateur de terre ou indiquer la valeur de la tension sur chaque phase.

Afin de permettre de brancher ces transformateurs sur une ligne de départ quelconque sans, pour cela, immobiliser les barres principales, on a complété cette installation par la pose de trois barres auxiliaires parallèles aux barres principales auxquelles elles peuvent être reliées à l'aide de connexions amovibles.

La plateforme de manœuvre est située au

centre du tableau, au-dessus de la salle des appareils à 3500-4250 volts et à côté de la salle des appareils à haute tension; elle domine la salle des machines.

Sur cette plateforme sont réunis tous les instruments de mesure et les commandes de tous les appareils. Elle renferme deux rangées de panneaux correspondant l'un aux circuits à 3500 volts, l'autre aux circuits à 26 000 volts.

La première rangée de panneaux est constituée par des plaques en fonte légèrement inclinées par rapport au plan horizontal formant une sorte de pupitre à hauteur d'appui, ne masquant pas ainsi la seconde rangée de panneaux qui est formée de plaques de marbre placées à 4 mètres de distance de la première.

Chacun des trois panneaux des génératrices porte un ampèremètre, un voltmètre, le voltmètre du synchroniseur, les lampes de phase avec leur interrupteur et le bouton de contact commandant le déclenchement de l'interrupteur. Ces différents instruments et appareils sont encastrés dans la plaque de fonte formant le dessus du pupitre. Sur la paroi verticale formant le devant du pupitre sont placés deux volants qui commandent l'un l'interrupteur principal, l'autre le rhéostat d'excitation.

Le panneau des excitatrices est subdivisé en deux parties.

Un cinquième panneau porte les trois ampèremètres totalisateurs, dont les transformateurs sont montés sur la connexion transversale des barres collectrices à 3500-4250 volts. Sur le devant de ce panneau se trouve une manivelle sur laquelle les manivelles des rhéostats d'excitation peuvent venir s'embrayer pour régler simultanément l'excitation des groupes électrogènes fonctionnant en parallèle.

La seconde rangée comporte sept panneaux et est affectée aux circuits à haute tension. Il y a un panneau pour chacun des trois transformateurs et un pour chacune des lignes. Sur les panneaux de ligne se trouvent le volant de manœuvre de l'interrupteur, les ampèremètres des trois phases ainsi que le relais à maximum. Le septième panneau, situé au centre, porte les trois lampes témoins, l'interrupteur de l'indicateur de terre et le voltmètre principal.

Fonctionnement des relais à maximum. — On a vu, dans ce qui précède, que tous les interrupteurs de cette intéressante installation déclenchaient automatiquement, sous l'action de relais à maximum, dès que l'intensité des courants dépassait, pendant un certain temps, le maximum admis.

Le principe sur lequel ces relais ont été établis est le suivant :

Un disque en aluminium A (fig. 8) est soumis à l'action d'un électro-aimant B, à noyau feuilleté, dont les pôles embrassent le disque.

L'électro-aimant est excité par le courant secondaire d'un transformateur d'intensité intercalé sur le circuit principal qu'il s'agit de protéger. Le disque se trouve, par conséquent, soumis à l'influence d'un champ alternatif simple sensiblement proportionnel à la valeur du courant principal. Pour obtenir un couple produisant la rotation du disque, on crée une deuxième composante en rendant le champ dissymétrique; à cet effet, un des pôles de l'électro-aimant porte une bague en cuivre qui entoure la moitié des tôles dont est formé son noyau.

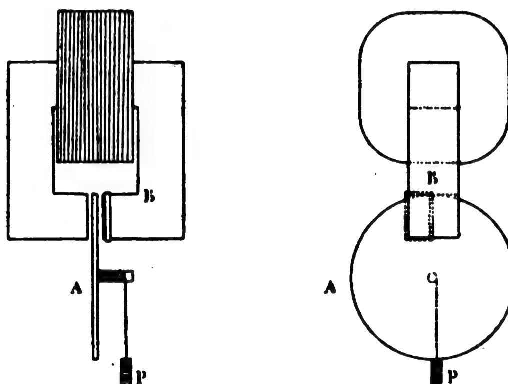


Fig. 8. — Relais à maximum.

Le disque A est mobile autour d'un axe horizontal et porte, sur cet axe, un petit cylindre muni d'une gorge hélicoïdale qui constitue un tambour de treuil sur lequel s'enroule un fil de soie portant un contrepoids P.

Tant que le couple moteur produit par le champ n'atteint pas la valeur du couple résistant produit par le poids, le disque reste immobile. Mais, dès que l'intensité du courant principal dépasse une certaine limite, la valeur du couple moteur dépasse celle du couple résistant et le disque tourne en enroulant le fil de soie sur le tambour. Il s'ensuit que le poids est remonté et, arrivé en haut de sa course, il provoque le contact de deux lames métalliques qui ferment le circuit de la bobine servant à déterminer le déclenchement de l'interrupteur.

La valeur du poids détermine celle de l'intensité à partir de laquelle l'appareil fonctionne, valeur qu'il est très facile de modifier suivant la charge de l'usine.

Lorsqu'un court circuit vient à se produire,

le courant n'est pas interrompu immédiatement à cause du temps nécessaire à l'enroulement du fil de soie sur le tambour. Avec les canalisations aériennes, l'accident le plus fréquent est la chute d'une branche d'arbre sur les fils. Si la ligne à haute tension est constituée avec des fils d'assez gros diamètre alimentés par des machines d'une certaine puissance, la branche est immédiatement brûlée et le court circuit cesse de lui-même. Dans ce cas, il serait inutile et préjudiciable d'arrêter un service important, tel que l'éclairage d'une ville, pour un accident ne présentant aucun danger pour les machines et pour les appareils. Grâce au temps que met le fil de soie pour s'enrouler, la rupture ne se produit que si le court circuit a une durée déterminée. A l'usine de Livet, le relais est réglé pour que l'interrupteur ne fonctionne qu'après 8 à 10 secondes, lorsque l'intensité atteint le double de sa valeur normale. Suivant la valeur de la surcharge, le couple moteur du relais est plus ou moins grand et l'enroulement du fil de soie plus ou moins rapide.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

(Suite) (1).

§ 2. CAPACITÉ

La capacité d'une ligne sera la charge qu'elle prendra, quand, isolée à une extrémité, on la mettra en relation avec une force é. m. égale à l'unité. Généralement, la capacité se détermine en comparant la charge prise par la ligne à celle d'un condensateur de capacité connue et chargé au moyen de la même pile. C'est à cette méthode que nous nous sommes arrêté, après en avoir essayé un certain nombre d'autres qui ne nous ont paru ni précises, ni commodes. Elle a pour elle l'avantage d'une grande simplicité. On compare les charges de la ligne et du conducteur en les faisant passer à travers un galvanomètre balistique. Les élongations sont proportionnelles aux charges. Mais il est bon de se rendre compte des causes d'erreur qu'on peut rencontrer, afin de pouvoir en corriger les resultats.

Causes d'erreur : 1° *Résistance*. — Il est bon de savoir que la ligne ne se charge pas instantanément. Le temps de charge dépend de la constante de temps, c'est-à-dire du produit $C R$, de la capacité par la résistance du conducteur. La charge n'est pratiquement complète qu'au bout d'un temps égal à $2\ C\ R$. Le rapport de la charge Q à la charge totale Q^o varie en fonction du temps conformément au tableau suivant : Nous rappellerons que

$$\frac{Q}{Q_o} = \frac{8}{\pi^2} \sum_1^\infty \frac{1}{n^2} \left(1 - e^{-\frac{n^2 \pi^2 t}{4 CR}}\right)$$

$\frac{t}{CR}$	$\frac{Q}{Q_o}$
0,1	0,34
0,2	0,50
0,3	0,60
0,4	0,68
0,5	0,76
1,0	0,93
1,5	0,97
2,0	1,00

Le temps de charge, quoique généralement court, est souvent appréciable. Ainsi pour une ligne en cuivre de Paris à Marseille on aurait environ :

$$C = 8 \text{ microfarads}$$
$$R = 300 \text{ ohms}$$
$$CR = 0{,}024 \text{ seconde}$$
$$2\,CR = 0{,}048 \text{ seconde}$$

soit près de 5 centièmes de seconde.

Si on charge la ligne pendant un temps plus court, on trouvera pour la capacité un nombre trop faible.

2° *Courants telluriques et courants induits*. — Pour calculer la capacité, nous supposons que le condensateur de comparaison est chargé avec la même pile que la ligne. Mais nous savons que la ligne est soumise à des forces é. m. parasites provenant des courants de terre et des courants induits. Pour éliminer leur influence, deux moyens se présentent : soit déterminer la charge qu'ils donnent à la ligne, quand la pile n'y est pas appliquée, soit constituer les opérations de façon à les faire disparaître du résultat final; le deuxième moyen paraît le plus commode et le plus exact. On prendra pour la pile une force é. m. aussi élevée que possible, de manière à rendre toujours plus faible l'effet des causes perturbatrices, puis on opérera successivement avec les deux pôles de la pile; de cette façon une force é. m. parasite qui ajoutait son effet à celui du pôle positif, le retranchera de celui du pôle négatif et inversement; la moyenne des résultats sera débarrassée de cette cause d'erreur.

3° *Isolement*. — Si la ligne est mal isolée, le courant de charge sera augmenté du courant de perte. L'élongation du balistique sera faussée; mais de plus, comme le courant de perte est un courant permanent, son action tendra à donner au galvanomètre une déviation permanente, de sorte que toute mesure sera rendue impossible.

(2) Voir l'*Electricien* n° 812, 21 juillet 1906, p. 33; n° 813, 28 juillet, p. 54; n° 814, 4 août, p. 77; n° 819, 8 septembre, p. 149.

On peut essayer de se libérer du courant de perte en chargeant la ligne pendant un temps très court. Nous avons vu que la charge n'est pas instantanée et que ce temps ne peut pas être réduit au-dessous d'une certaine limite. Généralement ce temps est encore trop grand et la mesure est impossible.

Le seul moyen qui nous ait paru pratique est d'opérer non pas avec le courant de charge, mais avec celui de décharge. Nous n'avons plus de courant de perte. Mais la charge que l'on recueille dans le balistique peut être notablement inférieure à celle de la ligne, car une partie a pu se perdre par défaut d'isolement, si on n'a pas mis en relation la ligne avec le balistique, dès qu'on a supprimé la pile de charge.

Ce mouvement se fait au moyen d'une clef de décharge. Il faut donc que le passage du levier qui est relié à la ligne, du plot pile au plot galvanomètre, soit très rapide. Mais, quelle que soit la rapidité de fonctionnement de la clef de décharge, la ligne restera isolée un instant et il est indispensable, pour déterminer l'importance de la perte qui se produit alors, de connaître le temps qui est nécessaire au levier pour passer d'un contact à l'autre.

Durée de fonctionnement de la clef de décharge. — Pour mesurer ce temps nous avons employé une méthode nouvelle que nous avons imaginée à cet effet, et qui permet de mesurer très exactement des durées très courtes, de l'ordre du millième, voire même du millionième de seconde.

Voici très brièvement en quoi elle consiste. Prenons un condensateur C, en série avec une résistance R, et chargeons le tout par une pile E. On sait que la charge du condensateur n'est pas instantanée. La charge finale sera

$$Q_0 = CE$$

Mais, au bout d'un temps t, la charge prise par le condensateur ne sera que

$$Q = Q_0\left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right)$$

Pendant la décharge, le phénomène sera le même. Au bout d'un temps t la charge qui restera sur le condensateur sera

$$Q_1 = Q_0 - Q = Q_0\, e^{-\frac{t}{CR}}$$

Les quantités Q_0 et Q_1 se mesurent sans difficulté au galvanomètre balistique et le rapport

$$\frac{Q_1}{Q_0} = e^{-\frac{t}{CR}}$$

permettra, connaissant C et R, de calculer t, c'est-à-dire le temps pendant lequel le condensateur se sera déchargé.

L'expérience se dispose comme l'indique la figure 15. Le condensateur C est shunté par une résistance R. La clef K de décharge peut s'appuyer en A sur le contact-pile et en B sur le contact-galvanomètre.

Au moment où elle quitte A, le condensateur se trouve fermé sur lui-même par la résistance R, il se décharge en partie et la charge restante s'écoulera à travers le galvanomètre dès que le contact B sera atteint.

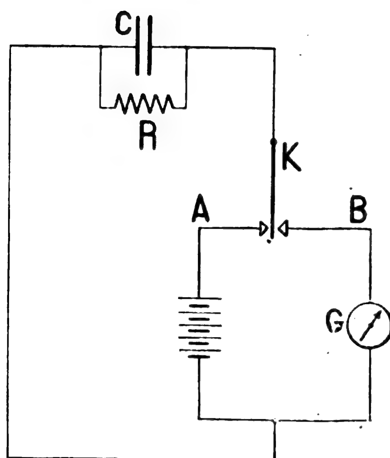


Fig. 15.

En faisant varier R on fait varier la charge restante ; si la méthode est bonne, et si la clef fonctionne d'une manière régulière, on doit toujours trouver la même valeur pour t. C'est ce que nous avons constaté, et c'est ce que résume le tableau suivant. Le condensateur C était de 1 microfarad.

R	$\frac{Q_1}{Q_0}$	$\frac{t}{CR}$	t
800 ohms	0,25	1,40	0,0011 seconde
1 000	0,34	1,07	0,0011
2 000	0,54	0,60	0,0012
3 000	0,69	0,37	0,0011
5 000	0,78	0,24	0,0012
8 000	0,86	0,14	0,0011
10 000	0,88	0,12	0,0012
100 000	0,987	0,013	0,0013

On voit qu'à un dix-millième de seconde près on trouve toujours les mêmes nombres. Ceci prouve que la clef fonctionne très régulièrement et que la méthode permet de mesurer très exactement des temps excessivement courts. On peut l'appliquer dans un grand nombre de cas. Nous nous contenterons de signaler que nous l'avons utilisée pour déterminer la vitesse avec laquelle le levier de la clef passe du butoir-pile sur le butoir-galvanomètre. Nous avons trouvé que pour franchir une distance de 1 mm, il lui fallait 6 millièmes de seconde. On en déduit que la vitesse est de 600 m à la seconde.

Mesure de la capacité. — Rappelons sommairement comment se fait la mesure. La ligne L,

isolée à l'extrémité éloignée, est reliée au levier K de la clef de décharge; on charge la ligne en abaissant la clef sur le contact-pile, et on laisse brusquement le levier revenir sur le contact-galvanomètre. On observe l'élongation du galvanomètre. On prend pour E une pile de 100 volts. On intervertit les pôles et on prend la moyenne des nombres obtenus. On détermine l'élongation donnée dans le galvanomètre par la même pile et un condensateur de capacité connue. On en déduit la capacité de la ligne par comparaison. Mais il faut auparavant corriger l'élongation moyenne, mesurée pour la ligne, des erreurs expérimentales.

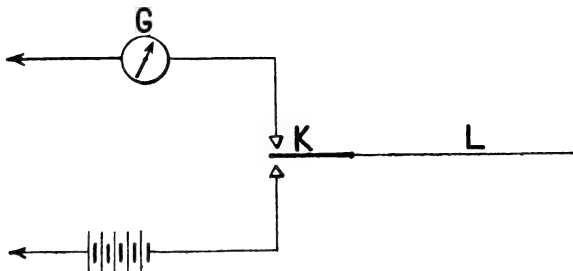


Fig. 16.

Corrections des erreurs. — Nous avons vu que les erreurs provenant des courants parasites étaient éliminées en employant successivement les deux pôles de la pile. Pour tenir compte du défaut d'isolement on opérera de la manière suivante. Pendant le mouvement de la clef de décharge, la ligne est chargée au potentiel E. L'isolement étant S, si on admet que le temps t de fonctionnement de la clef est très court, le potentiel variera peu, et la quantité d'électricité qui se perdra sera

$$q = \frac{E}{S} t$$

La charge de la ligne étant

$$Q = CE$$

on aura

$$\frac{q}{Q} = \frac{t}{CS}$$

Il semble donc que la perte q est d'autant moindre que la capacité est plus grande et qu'on a intérêt à opérer sur des lignes longues. Il n'en est rien, car il convient de remarquer que l'isolement diminue d'autant avec la longueur.

Soient γ et σ la capacité et l'isolement par unité de longueur on aura

$$C = \gamma l \qquad S = \frac{\sigma}{l}$$

de sorte que

$$CS = \gamma\sigma$$

et

$$\frac{q}{Q} = \frac{t}{\gamma\sigma}$$

Le pour cent de perte est donc indépendant de la longueur des lignes en expérience; il ne dépend que de leur état électrique général.

Quand une ligne est en bon état, on peut admettre que l'isolement kilométrique est de 10 mégohms. On a, d'autre part, pour γ, une valeur voisine de 1 centième de microfarad et pour t un millième de seconde. Alors

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,001}{10 \times 0,01} = 0,01$$

La correction est faible. Elle ne dépasse pas 1 0/0.

Résultats. — Les résultats que nous avons obtenus sont résumés dans le tableau suivant. Ils ont été corrigés des erreurs expérimentales.

	Isolement Ω	Capacité φ
Fil de fer 4 m/m	0,4	0,0105
»	14,0	0,0090
»	84,0	0,0087
Fil de fer 5 m/m	0,5	0,0120
»	8,5	0,0109
»	68,0	0,0090
Fil de cuivre 4 m/m	22	0,00976
» 5 m/m	100	0,00951
Câble sous papier 1 m/m	500	0,061
» 2 m/m	500	0,077
» 2,5 m/m	500	0,056
» 5 m/m	500	0,059
Câble sous gutta B	500	0,27

Pour les lignes aériennes la capacité varie sensiblement avec l'isolement. Ceci est facile à concevoir. Quand l'isolement diminue, c'est que l'atmosphère est plus humide. Alors beaucoup de surfaces qui sont au voisinage des fils deviennent conductrices. L'armature des condensateurs, dont le fil forme une première face, devient plus grande et il en résulte une augmentation de la capacité. Le voisinage de masses conductrices suffit également à expliquer pourquoi la capacité qu'on mesure est supérieure au nombre calculé théoriquement en ne tenant compte que du sol. Rappelons que ces nombres sont les suivants :

Fil de 5 m/m à 5 mètres de hauteur		0,00603 φ
» 2 m/m 5	»	0,00557 φ

Conclusions. — Nous sommes amenés à conclure que malgré une opinion très répandue, la capacité des lignes aériennes n'est pas difficile à mesurer. Cette opération est même peut-être plus simple que la mesure de la résistance. Elle comporte la même précision, quelle que soit la longueur de la ligne en expérience; elle devrait donc être pratiquée d'une façon courante et permettrait notamment de déterminer avec une précision suffisante le point de rupture d'un fil dont l'extrémité est isolée.

Quoi qu'il en soit, il semble, d'après les résultats que nous avons obtenus, que la capacité des fils augmente avec leur diamètre et avec l'humidité de l'air. Les variations observées ne sont cepen-

dant pas très ragndes, et on peut admettre, sans grande erreur, que la valeur de la capacité des lignes aériennes est de 0,009 microfarad par kilomètre, dans les conditions ordinaires.

Capacité des lignes souterraines et sous-marines. — La méthode balistique que nous avons indiquée ne s'applique plus dans le cas où la capacité de la ligne à mesurer est très grande. En effet, le temps de la décharge est égal à $2\,C\,R$, comme nous l'avons indiqué, et pour que la méthode balistique soit applicable, il faut que la décharge soit tout entière passée à travers le galvanomètre avant que l'équipage mobile ait commencé à se mettre en mouvement. Il faudra qu'on ait en pratique :

$$2\,C\,R < 0{,}5 \text{ seconde}$$

ou bien

$$C\,R < 0{,}25 \text{ seconde}$$

La méthode n'est donc pas bonne pour un câble de Marseille à Alger, car $C\,R$ est égal à 0,75 seconde; encore moins pour un câble de Brest à Dakar, ou à New-York ($C\,R$ étant égal à 5, 6 ou 8 secondes).

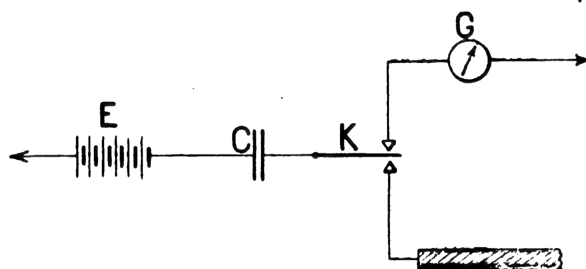


Fig. 17.

Nous rappellerons la méthode que nous avons indiquée antérieurement pour ces cas particuliers et qui est maintenant en usage. On charge le câble à travers un condensateur de capacité C (fig. 17). Au bout d'un temps suffisant pour que la charge soit complète, on relève la clef K, on l'amène sur le contact-galvanomètre.

Le condensateur C avait pris, en appelant V le potentiel sur le câble et X sa capacité, une charge.

$$C\,(E - V) = V\,X$$

Quand on le met à la terre à travers le galvanomètre G, il prend un complément de charge Q, mesurée par le galvanomètre.

$$Q_1 = C\,V$$

D'ailleurs, le condensateur chargé par la pile E prend une charge

$$Q = C\,E$$

et on a finalement X, capacité du câble par la formule

$$X = C\,\frac{E - V}{V} = C\,\frac{Q - Q_1}{Q_1}$$

DEVAUX-CHARBONNEL.

(*A suivre.*)

VILLES ET LOCALITÉS

DANS LESQUELLES EXISTE UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (1)

Première Circonscription :

Première subdivision : Nord et Pas-de-Calais.

ABRÉVIATIONS :

C = Courant continu.
A = Courant alternatif simple.
A D = Courants alternatifs diphasés.
A T = Courants alternatifs triphasés.
D = Système de distribution (la tension indiquée pour les canalisations à trois fils est celle qui existe entre les fils extrêmes).
F M = Force motrice.

NORD

Anzin (14 444 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Avesnes-les-Aubert (4905 hab.). — *M. A. Derieux.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Auberchicourt (2948 hab.). — Alimenté par les usines d'Aniche.

Bruay-sur-Escaut (7095 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Cambrai (25 586 hab.). — *Compagnie générale pour l'éclairage et le chauffage par le gaz.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Gaz.

Cartignies (1674 hab.). — *M. Etienne Baisier.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. FM : Hydraulique.

Chapelle (la) d'Armentières (4437 hab.). — *La Municipalité.* C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Gaz.

Condé-sur-Escaut (4960 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Coudekerque (5440 hab.). — *Compagnie générale pour l'éclairage et le chauffage par le gaz.* — A T, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire et 200-120 volts au secondaire. — FM : Vapeur et gaz.

Cette usine alimente :
Dunkerque,
Malo-les-Bains.

Crespin (2516 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Croix (15 993 hab.). — *MM. Isaac Holden et fils.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Déchy (2722 hab.) — Alimenté par l'usine de Sin-le-Noble.

Denain (23 204 hab.). — *Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — A, 45 périodes. — D : 2400 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Gaz.

Douai (33 649 hab.). — *Compagnie du Gaz.* — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire et 120 volts au secondaire.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 819, 8 sept. 1906, p. 155.

Douchy (3034 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Dunkerque (38 925 hab.). — Alimenté par l'usine de Coudekerque.

Etrœungt (2116 hab.). — *Société anonyme locale.* C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. FM : Hydraulique et Vapeur.

Fayt (Grand) et Petit Fayt (549 hab.). — *Société coopérative de laiterie.* — C — D : 2 fils, 444 volts pour le transport de force et 3 fils, 220 volts pour l'éclairage. — FM : Hydraulique.

Férin (892 hab.). — *M. Damade.* — C — D : 2 fils, 125 volts. — FM : Hydraulique.

Haussy (2591 hab.). — *MM. Paul Debry et Cie.* — C — D : à 2 fils 600 volts, pour force motrice et à 3 fils, 250 volts. — FM : Hydraulique.

Holque (600 hab.). — Alimenté par l'usine de Longuenesse (Pas-de-Calais).

Iwuy (4021 hab.). — *M. Delloye.* — C — D : 2 fils, 125 volts. — FM : Vapeur.

Lille (210 696 hab.). — *Société lilloise d'éclairage électrique.* — AT, 50 périodes, 5000 volts. — D : continu 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur et Gaz.

Lourches (5366 hab.). — Alimenté par l'usine de Neuville-sur-Escaut.

Maing (2758 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Malo-les-Bains (4260 hab.). — Alimenté par l'usine de Coudekerque.

Mareschee (927 hab.). — *M. Carlier Janot.* — C — D : 2 fils, 110 volts.

Marly (3127 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Maroilles (2151 hab.). — *Société anonyme des tanneries et corroiries de Maroilles.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : hydraulique et vapeur.

Neuville-sur-Escaut (1577 hab.). — *M. J. Margerin.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : vapeur.
Cette usine alimente Lourches.

Neuville-en-Ferrain (4274 hab.). — *M. Degryse Werbrouck.* — C — D : 2 fils, 130 volts. — FM : vapeur.

Neuvilly (2568 hab.). — *M. Henri Decaux.* A, 70 périodes. — D : — 2200 volts au primaire et 240 et 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique.

Orsinval (412 hab.). — *M. V. Fardoux.* — C — D : 2 fils, 110 volts.

Quarouble (2665 hab.). — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Quiévrechain (2763 hab.). — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Raismes (7871 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Roubaix (124 365 hab.). — *Société Desclée frères (Gaz).* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : gaz.
Société anonyme d'éclairage électrique de Roubaix. — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : vapeur.
Secteur Saint-Charles. — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : vapeur.
Secteur Saint-Eloi. — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : moteur à gaz.

Saint-Python (1574 hab.). — *M. P. Duverger.* — C — D : 3 fils, 300 volts. — FM : hydraulique et gaz pauvre.

Saint-Saulve (3279 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Saulzoir (2109 hab.). — *M. J. Seulin-Guislain.* — C — D : 3 fils, 250 volts. — FM : hydraulique.

Sin-le-Noble (8112 hab.). — *M. Wilmot.* — C — D : 3 fils, 440 volts. — FM : vapeur.
Cette usine alimente Déchy.

Steenwerck (4005 hab.). — *Société anonyme d'électricité de Steenwerck.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : vapeur.

Trith-Saint-Léger (3724 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Tourcoing (79 243 hab.). — *La Municipalité.* — C — D ; 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.
Mme Cl. Dumortier. — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : vapeur.

Valenciennes (30 946 hab.). — *Compagnie générale pour l'éclairage et le chauffage par le gaz.* — AT : 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire et 210-120 volts au secondaire. — FM : vapeur.
Cette usine alimente :
Anzin,
Bruay,
Condé-sur-Escaut,
Crespin,
Maing,
Marly,
Quarouble,
Quiévrechain,
Raismes,
Saint-Saulve,
Trith-Saint-Léger,
Vieux-Condé.

Vieux-Condé (7550 hab.). — *Société la Départementale électrique.* — Alimenté par l'usine de Valenciennes.

Watten (2113 hab.). — Alimenté par l'usine de Longuenesse (Pas-de-Calais).

Wormhoudt (3420 hab.) — *M. Ameloot Quenson.* — C — D : 2 fils, 110 volts.

Zegers-Cappel (1535 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : gaz pauvre.

PAS-DE-CALAIS

Ardres (2597 hab.) — *M. H. W. Mead.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Vapeur et gaz pauvre.
Cette usine alimente Brêmes.

Arras (25813 hab.). — *Société anonyme d'éclairage et d'applications électriques.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : gaz.

Aubengue (commune de Wimereux). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Auchy-les-Hesdin (1491 hab.). — *Société des filatures.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Audruicq (3009 hab.). — *M. Pichon-Rougemont.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : Vapeur.

Berk-sur-Mer (7779 hab.). — *MM. A. Deplanque et Cie*. — C — D : 2 fils, 240 volts. — FM : Vapeur et gaz.

Blendecques (2409 hab.). — Alimenté par l'usine de Longuenesse.

Boulogne-sur-Mer (49949 hab.). — *Société boulonnaise d'éclairage et de force par l'électricité*. — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, transformé en C, 2 fils, 115 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Brêmes (944 hab.). — Alimenté par l'usine d'Ardres.

Bruay (14 740 hab.). — *Mme L. Darras*. — C — D : 2 fils, 120 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Calais (59743 hab.). — *Compagnie française d'éclairage par le gaz*. — A, 42 périodes. — D : 1000 volts au primaire et 100 volts au secondaire. — FM : Vapeur et gaz.

Carly (318 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Condette (1120 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Etaples (4709 hab.). — *La Municipalité*. — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : Vapeur et gaz pauvre.

Fauquembergues (935 hab.). — *M. Zenlenq*. — C — D : 2 fils, 110 volts. — Accumulateurs. — FM : Hydraulique.

Gazemetz (commune de Wimille) (85 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Gondardennes (commune de Wizernes) (366 hab.). — Voir Wizernes.

Hallines (842 hab.). — Alimenté par l'usine de Longuenesse.

Henriville (89 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Hesdigneul-lez-Boulogne (346 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Hesdin (3292 hab.). — *MM Frigière et Badel*. — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente Marconne et Huby-Saint-Leu.

Huby-Saint-Leu (632 hab.). — Alimenté par l'usine d'Hesdin.

Isques (320 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Laventie (3959 hab.). — *Société électrique de Laventie*. — C — D : 3 fils, 440 volts. — FM : Vapeur.

Longuenesse (1227 hab.). — *Société régionale d'électricité de Saint-Omer*. — A, 53 périodes. — D : 2000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur.
Cette usine alimente :
Blendecques.
Hallines.
Holque (Nord).
Saint-Martin-au-Laert.
Serques.
Watten (Nord).
Wizernes et Gondardennes.

Lumbres (1423 hab.). — *M. Hénon*. — C — D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Marconne (814 hab.). — Alimenté par l'usine d'Hesdin.

Neufchatel (1514 hab). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Orville (825 hab.). — *M. Bouthors*. — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Outreau (5091 hab.). — *Compagnie d'éclairage électrique du Boulonnais*. — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — A, 50 périodes. — D : 2400 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Vapeur et gaz.
Cette usine fonctionne en parallèle avec celle de Pont-de-Briques et alimente :
Carly.
Condette.
Gazemetz.
Henriville.
Hesdigneul-lez-Boulogne.
Isques.
Neufchatel.
Portel (le).
Saint-Etienne-au-Mont.
Saint-Léonard.
Saint-Martin-lez-Boulogne.
Samer.
Wimereux.

Pont-de-Briques. — Usine génératrice marchant en parallèle avec l'usine d'Outreau.

Portel (le) (5772 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Saint-Etienne-au-Mont (1636 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Saint-Léonard (340 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Saint-Martin-lez-Boulogne (5122 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Saint-Martin-au-Laert (1616 hab.). — Alimenté par l'usine de Longuenesse.

Samer (2187 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Serques (937 hab.). — Alimenté par l'usine de Longuenesse.

Thérouanne (1133 hab.). — *M. Vandenberghe*. — C — D : 2 fils, 240 volts. — FM : Hydraulique.

Tournehem (939 hab.). — *Mme Ve Sergent*. — C — D : 2 fils, 110 volts — FM : Hydraulique.

Vitry-en-Artois (2949 hab). — *Société anonyme électrique de Vitry-en-Artois*. — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Wimereux (1109 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Wimille (1912 hab.). — Alimenté par l'usine d'Outreau.

Wizernes et Gondardennes (1976 hab.). — Alimenté par l'usine de Longuenesse.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Accumulateurs.

366 466. — Hanuise. — Fermeture pour accumulateurs (22 mai 1906).

Appareillage.

366 216. — Mehlhardt et Schussler. — Coupe-circuit (30 avril 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

366 317. — Allgemeine Elektricitæts G. — Commutateur (17 mai 1906).

366 515. — Feytens. — Indicateur de court-circuit (25 mai 1906).

366 880. — Neudoerffer. — Interrupteur ou commutateur (5 juin 1906).

366 578. — Jackson. — Connexion (25 mai 1906).

366 596. — Siemens et Halske. — Interrupteur (26 mai 1906).

Applications diverses.

366 252. — Ernst Eisemann and C°. — Allumage électromagnétique (15 mai 1906).

366 238. — Schwarz. — Mesure de l'intensité des rayons Rœntgen (15 mai 1906).

366 882. — Wynberg et de Vriés Czn. — Marteau électrique (5 juin 1906).

366 758. — Rivals. — Asservissement multiple pour commandes électriques (1er juin 1906).

366 939. — Meyer. — Allumage électrique pour lampes (7 juin 1906).

366 528. — Michel. — Commande électrique des cloches (23 mai 1906).

Canalisations.

366 153. — Kitsée. — Ligne télégraphique (12 mai 1906).

361 680. — Maljournal et Bourron. — Dispositif de sécurité contre la rupture de conducteurs électriques (8 août 1905).

366 776. — Braun. — Egalisateur de la charge dans les circuits (1er juin 1906).

366 695. — Kreinsen. — Jonction pour fils électriques (30 mai 1906).

Divers.

361 645. — Burghardt. — Dispositif de sécurité pour armatures d'électros (24 juill. 1905).

366 190. — De Torley et Benko. — Production de l'électricité (23 janv. 1906).

366 116. — Oldenbourg. — Appareil électro capillaire (12 mai 1906).

366 908. — Hopfelt. — Bobines pour buts électriques (6 juin 1906).

366 622. — Vogelgesang. — Enduit isolant (28 mai 1906).

Eclairage et lampes.

366 101. — Wunderlich et Hughes. — Suspension pour lampes à arc (11 mai 1906).

366 142. — Cresta. — Crayons et filaments en graphite pour lampes électriques (12 mai 1906).

366 225. — Moore electrical C°. — Tubes à gaz ou à vapeurs (7 mai 1906).

366 236. — Parker Clark Electric C°. — Conducteur électrique (14 mai 1906).

366 841. — Sunderland et Pillinger. — Lampes électriques (15 mai 1906).

366 580. — Deutsche Gasglühlicht A. G. Auergesellschaft. — Supports pour corps éclairants métalliques (25 mai 1906).

366 668. — Geb. Schneider. — Panier protecteur (29 mai 1906).

366 709. — Ruzicka. — Lampe à arc (31 mai 1906).

366 257. — Appert et Barrollier. — Supports de lampes à incandescence (15 mai 1906).

366 267. — Kuzel. — Perf. aux lampes (16 mai 1906).

366 326. — Skwirsky. — Lampe à mercure (6 mars 1906).

366 346. — Schmidt. — Socket (14 mai 1906).

366 351. — Véry. — Support pour lampes à incandescence (17 mai 1906).

366 416. — Bénard. — Lampes à arc en vase clos (19 mai 1906).

366 692. — Soc. d'électricité Nilmelior. — Appareils d'éclairage électrique (30 mai 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

366 376. — Soc. d'électro-chimie. — Produit azoté (18 mai 1906).

366 270. — Trunkhahn. — Dépôts métalliques électrolytiques (16 mai 1906).

361 683. — David. — Electrodes de fours électriques (9 août 1905).

366 930. — W. A. S. Benson et C° et Leaver. — Appareils de galvanoplastie (7 juin 1906).

366 728. — Otto. — Saturateur d'ozone pour la stérilisation de l'eau (31 mai 1906).

Electrothermie.

366 362. — Snyder. — Fours électriques (17 mai 1906).

366 440. — Rœchling'sche Eisen und Stahlwerke Rodenhauser. — Four électrique (21 mai 1906).

366 523. — The Rœssler and Hasslacher Chemical C°. — Fusion des substances (23 mai 1905).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

366 211. — Soc. ind. des Téléphones. — Plateau de commande pour magnéto (24 avril 1906).

366 356. — Farkas et Gerhardt. — Magnéto (17 mai 1906).

366 429. — De Coincy. — Réglage de la tension dans les dynamos (19 mai 1906).

366 932. — Robert Bosch. — Appareils électro-magnétiques d'allumage (7 juin 1906).

366 933. — Robert Bosch. — Rupteurs (7 juin 1906).

366 934. — Robert Bosch. — Dispositions du ressort dans les rupteurs électromagnétiques (7 juin 1906).

366 942. — Schmidt. — Bâti de magnéto (7 juin 1906).

366 571. — De Saint-Romain. — Magnéto (25 mai 1906).

366 589. — Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Egalisation de la charge dans les systèmes à commande électrique (26 mai 1906).

366 645. — Cie du chemin de fer métropolitain de Paris. — Appareil à fabriquer les sections d'induit (28 mai 1906).

366 693. — Peugeot, Tony Huber et Cie. — Groupe électrogène (30 mai 1906).

Instruments de mesure.

366 274. — Baumann. — Relais pour compteurs (16 mai 1906).

366 431. — Cie franç. pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Instruments de mesures électriques (21 mai 1906).

366 432. — Cie franç. pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Mesure de l'énergie électrique (21 mai 1906).

366 856. — Deutsch-Russische Elektricitætszahler. — Compteur-moteur d'électricité (29 mai 1906).

Moteurs.

366 294. — Seyfert et Franklin. — Moteur électrique (6 avril 1906).

366 769. — Gavois. — Mise en marche des moteurs électriques (1er juin 1906).

366 857. — Bruncken. — Moteur (30 mai 1906).

366 967. — Grammont et Routin. — Servo-moteur (31 mai 1906).

Télégraphie.

366 876. — Soc. gén. de télégraphie rapide Pollak-Virag. — Appareil à perforer les bandes de papier (5 juin 1906).

366 915. — Vialet-Chabrand. — Transmission électrique des ordres (6 juin 1906).

366 734. — Kitsée. — Alphabet télégraphique (31 mai 1906).

Téléphonie.

366 342. — Chataigneau. — Transmetteur téléphonique (4 mai 1906).

366 507. — Balassa et Balassa. — Appareil de retenue pour récepteurs téléphoniques (22 mai 1906).

366 797. — Serenyi. — Nettoyage des trous de chevilles des commutateurs de téléphones, etc. (2 juin 1906).

366 816. — Thomson. — Intercommunication pour bureaux centraux téléphoniques (3 juin 1906).

366 577. — Hanson. — Echanges téléphoniques (25 mai 1906).

Traction.

366 371. — Reid et Ramsay. — Locomotive électrique (18 mai 1906).

366 374. — Bisson, Bergés et Cie. — Prise de courant (18 mai 1906).

366 481. — Wilgus et Sprague. — Rail de prise de courant (22 mai 1906).

366 501. — Arno et Négro. — Chariot trolley (22 mai 1906).

366 865. — Garcin. — Essieu moteur électrique (5 juin 1906).

Transformateurs.

366 381. — Fox. — Accumulation et transformation de l'énergie électrique (18 mai 1906).

366 259. — Maroger. — Vibreur pour bobines (15 mai 1906).

CHRONIQUE

Les automobiles électriques aux Etats-Unis.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* constate que, dans les grandes villes des Etats-Unis, le moteur électrique s'emploie d'une manière presque exclusive pour actionner des camions et des lourds omnibus automobiles. Aussi l'industrie des moteurs pour automobiles électriques est-elle fort développée dans ce pays, et les appareils utilisés ont reçu un haut degré de perfection. Ce qui favorise particulièrement cette industrie, c'est que l'on rencontre, par tous les Etats-Unis, la facilité de donner aux batteries la charge nécessaire, en raison de l'existence de nombreux tramways électriques, urbains et interurbains, ainsi que de réseaux d'éclairage non moins nombreux. Dans beaucoup de localités, les entreprises de tramways ont même installé des ateliers de charge spéciaux pour les automobiles.

Dans la ville de Détroit (Michigan), il existe toute une série de lourds omnibus mis chaque jour en service, qui portent de 40 à 45 voyageurs et qui circulent à une allure de 24 km à l'heure. Dix autres véhicules qui emprunteront le courant nécessaire, non pas à une batterie, mais bien à une canalisation aérienne sur laquelle passeront des frotteurs, sont actuellement en construction par les soins de la société « Commercial Vehicle), destinés à assurer le service dans la même ville de Détroit.

Cette entreprise a, de plus, construit un lourd camion dont chacune des quatre roues se trouve actionnée par un moteur spécial, de 3 1/2 ch et à 160 volts, logé dans une enveloppe imperméable à l'eau. Ce moteur peut supporter, pendant un court laps de temps, une surcharge de 500 0/0 et, pendant une heure, une surcharge de 100 0/0. Les arbres du moteur et de la transmission intermédiaire reposent sur des paliers à billes, et les roues sont pourvues de paliers cylindriques. Pour réunir à la fois des conditions satisfaisantes de solidité et de légèreté, on a construit ces roues en fonte malléable et on leur a donné des rais creux. Leur diamètre extérieur est de 920 mm et leur surface de roulement de 200 mm ; cette surface est formée de pièces de bois debout, lesquelles ont fourni des résultats extrêmement satisfaisants. Ces roues ont un roulement très doux ; elles présentent des conditions de frottement favorables qui empêchent le glissement et le patinage. Des roues de ce genre, ayant déjà parcouru 1600 km, ne manifestent encore qu'une minime usure. L'écart d'une roue à l'autre est de 4,25 m.

La batterie d'accumulateurs, du poids de 2 tonnes se compose de 80 éléments et possède une capacité de 375 ampères-heure. Le poids total du camion, y compris la batterie mais non compris la superstructure de la caisse, est de 7 tonnes; comme la quantité de marchandises que peut recevoir le véhicule est de 10 tonnes, le poids mort se trouve être de 30 0/0 moins élevé. La consommation d'énergie électrique, en cas de marche à vide et à la vitesse maximum, est de 50 ampères sous 150 volts; avec une charge complète de 10 tonnes, la même consommation s'élève à 70 ampères sous 150 volts, ce qui correspond : pour la marche à vide, à 63,6 watts-heure par tonne kilométrique et, pour la marche avec charge complète, à 1081 watts-heure par tonne kilométrique. En supposant un rendement de la batterie de 75 0/0, au prix de 0,25 fr les 1000 watts-heure que pratique la Compagnie Edison de Détroit, on constate que le parcours, à pleine charge revient à 0,34 fr environ par km.

La distribution du courant s'obtient grâce à un montage approprié des moteurs; elle permet de faire tourner la voiture autour de son axe, de droite à gauche, dans un laps de temps de 7 secondes. Au moyen du coupleur qui donne des couplages en série et en parallèle, on peut réaliser six vitesses (en avant et en arrière). En outre du frein électrique, on dispose de solides freins à bande qui agissent sur chaque roue. On a récemment soumis le camion à une dure épreuve en lui donnant une charge de 7 tonnes de fer brut et en lui faisant gravir une colline par une route dont le terrain était si détrempé que les roues s'enfonçaient de 10 cm dans le sol. Les appareils de mesure indiquèrent alors une

consommation de 350 ampères × 110 volts : par suite, pendant les 10 minutes que dura l'épreuve, les moteurs furent soumis à une charge de 65 ch; il n'en résulta pourtant aucune suite fâcheuse. — G.

Ministère des travaux publics, des postes et des télégraphes.

COMITÉ D'ÉLECTRICITÉ

Par décret en date du 20 août 1906, rendu sur la proposition du ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, le comité d'électricité dont la création a été prévue par l'article 20 de la loi du 15 juin 1906, sur les distributions d'énergie, a été composé ainsi qu'il suit :

15 Représentants professionnels français des grandes industries électriques.

M. Boutan, directeur de la compagnie du gaz de Lyon.

M. Brachet, directeur du secteur électrique des Champs-Elysées.

M. Brylinski, sous-directeur de la société du Triphasé.

M. Cordier, directeur général de la société « Energie électrique du littoral méditerranéen ».

M. Equer, directeur de la compagnie générale parisienne de tramways.

M. Fontaine (Hippolyte), ingénieur-électricien, administrateur des ateliers des machines Gramme.

M. Guillain, président du conseil d'administration de la compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson-Houston.

M. Harlé, de la maison Sautter-Harlé et Cie.

M. Hillairet, ingénieur-constructeur.

M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage de la ville de Paris.

M. Mascart, membre de l'Institut, directeur du bureau central météorologique.

M. Meyer (Ferdinand), directeur de la compagnie continentale Edison.

M. Pavie, directeur général de la compagnie générale française de tramways.

M. Picou, ingénieur des arts et manufactures.

M. Sartiaux (Albert), ingénieur en chef de l'exploitation de la compagnie du chemin de fer du Nord.

15 Fonctionnaires, représentants des administrations publiques intéressées.

1° Administration de l'intérieur.

M. Bruman, conseiller d'Etat, directeur de l'administration départementale et communale.

M. Collomp, chef du 4e bureau de la direction de l'administration départementale et communale.

M. Michaux, agent-voyer en chef de Seine-et-Oise.

2° Administration des travaux publics.

M. Maurice Lévy, inspecteur général des ponts et chaussées de 1re classe.

M. Momerqué, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

M. Weiss, ingénieur ordinaire des mines.

3° Administration des postes et des télégraphes.

M. Guillebot de Nerville, ingénieur des postes et télégraphes, professeur-adjoint d'électricité à l'école nationale des ponts et chaussées.

M. Maureau, ingénieur en chef des télégraphes.

M. Devaux-Charbonnel, ingénieur des télégraphes.

4° Administration de la guerre.

M. le lieutenant-colonel Curmer, chef de la section technique du génie.

M. le lieutenant-colonel Bertrand, directeur du laboratoire des recherches relatives à l'aérostation militaire.

M. le capitaine Cordier, professeur-adjoint du cours d'artillerie à l'école d'application de l'artillerie et du génie.

5° Administration de l'agriculture.

M. Dabat, directeur de l'hydraulique et des améliorations agricoles.

M. Pochet, inspecteur général de l'hydraulique.

M. Troté, chef du service technique hydraulique.

M. Mascart a été nommé président du comité.

M. Momerqué a été nommé secrétaire.

Torréfaction électrique du café.

L'*Electrotechnik und Maschinenbau* signale une machine électrique destinée à la torréfaction du café et construite par un inventeur autrichien, M. Moegling. Cette machine, qui consomme environ 25 kw, consiste en un dispositif de chauffage électrique, un tambour avec agitateur mécanique, un ventilateur pour insufflation de l'air chaud et un outillage transporteur pour l'enlèvement du café torréfié. Les mécanismes de chauffage consistent en des rubans de kruppin de 5 mm de largeur, 2,5 mm d'épaisseur et 13,5 m de longueur, qui sont enroulés sur des tubes en porcelaine. Le principal avantage du procédé électrique consisterait en ce que le café ainsi torréfié serait meilleur que celui soumis à un feu de coke ou de gaz, ce qui proviendrait de ce que le café électriquement traité n'entre pas en contact avec des produits gazeux de combustion. Etant donné que, d'après les spécialistes, le café a d'autant plus de « force » qu'il est plus facilement soluble dans l'eau; étant donné aussi qu'il possède d'autant plus d'arome qu'il conserve une plus grande quantité d'éléments solubles dans l'éther. Cette supériorité du café électriquement torréfié s'exprimerait par les chiffres suivants :

	Torréfaction électrique.	Torréfaction au coke.
Solubilité dans l'éther. . . .	19,1 0/0	10 0/0
— — l'eau.	37 0/0	34,3 0/0

G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — No 821 22 Septembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

TELPHÉRAGE ÉLECTRIQUE

Système Schroeder.

Nous avons mentionné à diverses reprises dans ces colonnes les nombreux services que peut rendre le telphérage électrique aérien. Au moyen d'une très simple installation, quelques supports grossièrement équarris, un câble porteur et des fils conducteurs supportés par les mêmes poteaux, on a une ligne sur laquelle peuvent courir une suite de petits moteurs munis de treuils, consommant relativement très peu d'énergie et qui servent à transporter divers matériaux d'usines, moulins, scieries, etc., depuis le lieu d'exploitation jusqu'au point d'utilisation, tels que sacs, barils, lingots, arbres, etc.

Parmi les nombreux systèmes de telphérage électrique qui sont appliqués un peu partout en Europe comme en Amérique, nous citerons celui de la Compagnie Telpher dont nous avons décrit jadis les appareils et qui a pris une extension considérable spécialement aux Etats-Unis. Nous signalerons aujourd'hui à nos lecteurs un nouveau système de telphérage électrique qui comprend quelques dispositifs nouveaux et intéressants et qui vient d'être inventé par M. George Schroeder, de Washington.

D'après notre confrère de Chicago, *Western Electrician*, la ligne se compose toujours d'un câble porteur au-dessus duquel s'étendent les fils conducteurs d'énergie; le tout est supporté de distance en distance par des doubles poteaux. Les circuits sont entièrement métalliques de sorte qu'il y a deux conducteurs pour l'aller et deux pour le retour; le chariot-porteur est donc muni de quatre tiges de trolley également inclinées dans chaque direction de manière à pouvoir circuler dans les deux sens indifféremment. En outre, ces tiges de trolley concourent à équilibrer le système sur le câble porteur et cet équilibre est définitivement assuré par la charge suspendue au treuil au moyen de tiges rigides et par la disposition particulière du moteur.

Dans le système de la Compagnie américaine Telpher, le ou les moteurs, suivant que le telpher est simple ou double, sont munis à chaque extrémité de roues à gorge qui s'engagent sur le câble porteur et entraînent tout l'ensemble. Ici le moteur se présente sous une forme toute spéciale, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 1 qui en donne une coupe transversale. Ce moteur est complètement enfermé dans une enveloppe; suivant un grand cercle de cette enveloppe, sur la périphérie, est fixé un anneau à gorge 28 destiné à faire rouler le moteur sur le câble porteur. Solidaire de l'enveloppe et tournant avec elle se trouve un disque (29) qui porte sur sa face extérieure des anneaux métalliques 30, 31, 32 et 33. L'anneau 30 est relié par un conducteur 34 à l'un des balais 35 de l'induit et l'anneau 31 est relié par le fil 36 à l'autre balai. Quant à l'anneau 32, il est réuni par le fil 37 à l'une des bobines 17 de l'inducteur tandis que l'anneau 33 communique par le fil 39 à l'autre bobine qui est reliée avec la première par le fil 38. Les connexions sont ainsi complètes.

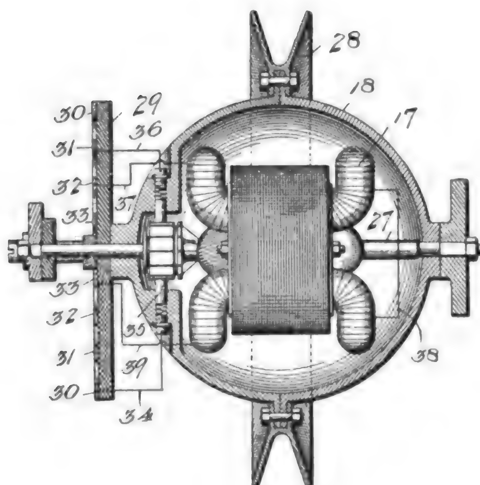
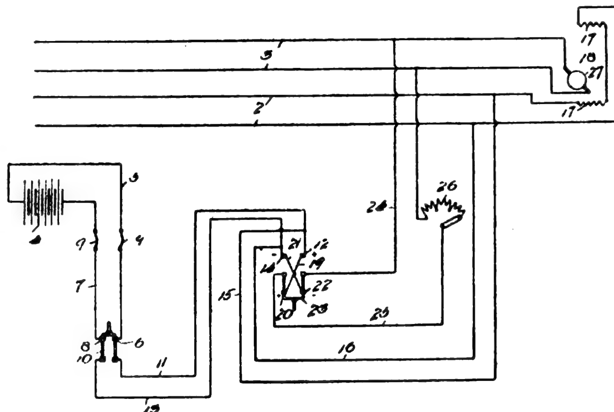


Fig. 1.

Quant au fonctionnement, il s'effectue d'un poste de commande situé en un endroit convenable par l'intermédiaire d'un mécanicien qui peut à son gré faire avancer le moteur, l'arrêter, le remettre en marche dans une direction opposée, etc.; ces divers mouvements s'exécutent par la manœuvre d'un interrupteur et d'un commutateur-inverseur dont la figure 2 nous montre le diagramme des connexions.

Nous y voyons les quatre fils du circuit aérien 2 à 5 disposés au-dessus du câble porteur et alimentés par une source d'énergie quelconque, figurée en 4, et dont les pôles sont reliés aux plots 6 et 8 d'un commutateur-interrupteur à levier 10. Ce circuit se continue par les fils 11 et 13 et aboutit aux deux contacts 12 et 14 d'un commutateur inverseur 23. Cet inverseur peut mettre en communication l'un ou l'autre des deux conducteurs 11 et 13 qui sont respectivement reliés aux deux pôles de la génératrice avec les deux fils de ligne 3, 3 qui communiquent par les tiges de trolley à l'induit du moteur,

tandis que ces mêmes conducteurs sont réunis constamment avec les deux autres fils de ligne 2,2 qui eux-mêmes sont reliés à l'inducteur 17 du moteur. Un rhéostat 26 est intercalé dans le circuit. Si nous supposons les connexions établies, telles que le montre la figure schématique 2, nous voyons que le courant produit par la génératrice 4 passe par le fil 5 au contact 6 du premier commutateur 10 puis par le fil 11, traverse le premier fil de ligne 2; de là il va à l'inducteur 17 du moteur, traverse le second fil de ligne 2, revient par les fils 16 et 13 au commutateur 10 et à la génératrice. Mais en même temps ce courant a franchi, par la lame 19, les plots 12 et 20 du commutateur inverseur et va par le fil 25 au rhéostat 26 pour alimenter le premier fil de ligne 3, traverse l'induit 27 du moteur et revient par le second fil de ligne 3 pour passer ensuite par la lame 21 aux plots 22 et 14 de l'inverseur et revenir à la génératrice par le fil 13. Dans ces conditions l'induit tourne dans un sens déterminé et l'ensemble se meut sur le câble porteur; afin de changer la direction, le mécanicien n'aura qu'à faire mouvoir le levier du commutateur-inverseur et à le rabattre sur les plots 12 et 14. Le courant passe alors de la génératrice à l'inducteur et toutes les connexions se trouvent inversées comme il est facile de le voir sur la figure 2; si l'on désire arrêter le moteur, le commutateur-interrupteur 10 sera ouvert; d'ailleurs ces deux appareils peuvent être réunis en un seul ainsi que le rhéostat 26. Dans tous les cas, ils devront être placés l'un près de l'autre afin de pouvoir être manœuvrés facilement par le même mécanicien.


Fig. 2.

Dans le système de la Compagnie américaine Telpher, le fonctionnement était pour ainsi dire automatique; en passant sur des plots de contact des interrupteurs et des résistances disposés sur la ligne, le groupe automoteur faisait fonctionner les appareils, ralentissait aux courbes, se remettait en marche et s'arrêtait aux points de charge et de décharge. La manœuvre était réglée une fois pour toutes. M. Schrœder, au contraire, n'a pas voulu adopter cette méthode. Il a préféré la volonté intelligente d'un mécanicien à l'automatisme aveugle d'appareils réglés préalablement. Nous partageons en principe cette opinion; toutefois, il y a lieu de remarquer que dans le parcours d'un transbordeur aérien de ce genre, si court soit-il, il peut se trouver des courbes, des obstructions nombreuses, et dans ce cas nous ne comprenons guère comment un mécanicien peut faire fonctionner l'automoteur sans juger *de visu* des résultats de sa manœuvre. De plus, qu'il soit placé au départ, à l'arrière, ou en un point milieu, il est difficile que, de sa cabine de manœuvre, il puisse apercevoir les positions extrêmes du parcours, d'autant plus que ce genre de transport est le plus souvent appliqué à l'alimentation d'usines telle que scieries, fonderies, minoteries, etc. Or la ligne de ces petits transbordeurs pénètre justement dans l'intérieur des usines, traverse des couloirs, des cours intérieures, et à l'extérieur suit des courbes le plus souvent très prononcées. Le système de marche automatique est alors absolument nécessaire, c'est pourquoi il a été adopté par la Compagnie que nous citions plus haut. Si M. Schrœder est partisan de la commande distincte par mécanicien, il sera obligé de monter la cabine de manœuvre près du moteur et de la rendre mobile; or cette méthode ne peut être possible que pour les grands transbordeurs dans lesquels le câble porteur est remplacé par un rail suspendu.

En résumé, bien que cette innovation comprenne plusieurs dispositifs intéressants, nous ne comprenons guère son application pratique que pour des cas excessivement restreints.

Georges Dary.



DE LA DISPERSION ARTIFICIELLE
DU BROUILLARD
PAR L'ÉLECTRICITÉ

A la mer, le pire ennemi du navigateur c'est le brouillard.

Les catastrophes les plus terribles et les plus émouvantes, connues et inconnues, se passèrent et se passent trop souvent au sein des masses des brumes silencieuses, stagnant ou errant lentement sur les abîmes des océans.

Au cours de mes missions, de mes déplacements de service, de mes travaux et de mes voyages divers à la mer, depuis 1878, nombreuses ont été les périodes de temps bouché que j'ai traversées sur différents points et routes maritimes du monde.

Angoissantes furent quelques péripéties de veille et d'attente à bord de différents navires sur lesquels je me trouvais.

Combien anxieuses ont été certaines heures de nuit et de jour!

Tous les navigateurs ont éprouvé cet énervement du fait de l'enveloppement muet et sinistre par les nuées humides et opaques du brouillard masquant toutes choses, déprimant les officiers et les équipages surmenés par une tension d'observation constante autant que prolongée.

Les annales de la Marine sont remplies de récits de naufrages subis aussi bien par des vaisseaux de guerre que par des navires marchands et des bateaux de pêche enveloppés dans les nuées traîtresses.

Interminable est la liste des marins de toutes nations perdus à jamais dans la brume.

Que de bâtiments disparus derrière ces rideaux funèbres!

Que d'êtres humains ensevelis par anticipation dans ce linceul cotonneux et engloutis ensuite dans le « tombeau sans fleurs ».

Les accords internationaux ont réglementé la vitesse des navires par temps de brume; il se produit néanmoins toujours des drames maritimes malgré les précautions prises et observées cependant dans la plupart des cas.

C'est en vain que des systèmes ingénieux de signaux phoniques ont été préconisés. On n'a pu obtenir, jusqu'à présent, d'éviter les erreurs d'interprétation et déterminer nettement la canalisation d'une onde sonore orientée dans un rhumb absolument précis.

Les volutes de brume peuvent parfaitement fausser la normale direction des ondes sonores, les répercuter dans un sens absolument contraire à leur point d'émission, priver de toute audition un ou plusieurs observateurs.

Un exemple entre cent : voulant relever le balance-boat par le travers de Sandy-Hook, alors que nous étions dans la brume depuis trente-deux heures, nous entendîmes les rauques appels réglementaires de la sirène d'un grand vapeur qui semblait être à tribord derrière. Tout à coup le banc de brume glisse, et nous constatons que nous avons par bâbord devant, et à 3 encâblures, deux grands transatlantiques, allemand et anglais, distants d'un quart de mille l'un de l'autre!

Sandy Hook apparaît à 2 milles par le bossoir de tribord : la sonde avait d'ailleurs annoncé progressivement la terre.

La télégraphie sans fil est venue apporter son précieux concours à la communication entre navires disséminés dans la brume, mais tous les bâtiments ne possèdent pas une installation de postes d'émission ou de réception radiotélégraphiques.

L'air ne contient pas seulement des poussières inertes, salines ou minérales; on y trouve, en suspension, une multitude de corps organisés, germes d'infusoires, spores de cryptogames, de mucédinées, pollen de végétaux, toute une population d'infiniment petits qui, d'après les recherches de l'immortel Pasteur, jouent, dans les phénomènes de fermentation, de putréfaction, dans certaines maladies, un rôle dont l'importance est imparfaitement définie, mais qui paraît immense. Les poussières organiques de l'air sont de forme, de nature, de dimensions excessivement variées, et il est souvent très difficile aux météorologistes, aux botanistes, aux zoologistes, aux chimistes, d'en déterminer la nature en raison de leur ténuité extrême.

Au cours d'ascensions aérostatiques, j'ai obtenu la confirmation de ce fait que, plus on s'élève dans l'atmosphère, plus les poussières diminuent en quantité et finalement disparaissent totalement aux grandes altitudes où d'ailleurs le ciel est complètement dégagé et commence à perdre sa coloration bleue due principalement à la présence de vapeur d'eau.

Ces poussières minérales et organiques se retrouvent à l'analyse, en plus ou moins grandes quantités, à d'incroyables distances en mer : apports probables des forts vents et tempêtes et translation par des courants aériens normaux.

La présence des corpuscules minéraux est aussi très souvent constatée par les navigateurs

en plein Océan, à la suite d'éruptions volcaniques lointaines.

Ceci posé, examinons les conditions de formation du brouillard.

On sait que si la température s'abaisse au-dessous du point de saturation, la vapeur atmosphérique se condense aussitôt sous forme de fines gouttelettes qui demeurent en suspension dans l'espace, en raison de leur poids infinitésimal et de la résistance que l'air oppose à leur chute.

Que ces nuées se tiennent près du sol ou de la mer, leurs agglomérations opacient les couches atmosphériques et constituent les brumes et brouillards.

Les pays maritimes, tels que la côte Est américaine, la Norvège, les Iles Britanniques, etc., dont les côtes sont baignées par des courants chauds des eaux du Gulf-Stream, sont fréquemment envahis par les brumes et brouillards, n'ayant pas d'autre cause que l'évaporation énergique de ces eaux, produisant d'abondantes vapeurs, du fait du degré inférieur de la température de l'air.

L'épaisseur de ces brouillards croît en raison directe de la plus grande différence de température entre la mer et l'air, entre le sol et l'air.

D'après les remarquables travaux de recherches du célèbre physicien écossais Aïtken, il ressort que la précipitation de la vapeur d'eau, à l'état de fines gouttelettes constituant le brouillard, aurait pour conditions essentielles la présence préalable de fines poussières microscopiques, solides, dans le milieu où le brouillard naît.

Mes modestes recherches et analyses me rallient à la théorie d'Aïtken.

En effet, on connaît la densité des brouillards au-dessus des grands centres industriels ou d'agglomérations considérables d'habitations, et la coloration caractéristique que ces brouillards prennent, dans ces conditions de formation, alors que, sur mer et dans les campagnes, le brouillard reste blanc, tout en étant dense.

Les villes anglaises telles que Londres, et celles situées dans le « Black Country », sont renommées pour l'intensité de leurs brouillards.

En France, les brouillards lyonnais sont remarquables comme opacité, et, aux portes de Paris, les brumes de Saint-Denis, Aubervilliers, sont très accusées, colorées et empuanties.

A l'appui des théories d'Aïtken, je citerai un résumé de recherches faites sur les fumées de quelques grandes villes. C'est ainsi que Paris, qu'on ne peut désigner comme une ville essentiellement manufacturière, brûle cependant par surface de 1 m² et par an, 37 kg de combustible minéral, ce qui donnerait, d'après le professeur Armand Gautier, environ 2 gr de production annuelle de suie solide par mètre superficiel. Rien que pour la capitale de la France, ce serait environ 160 000 kg de substances solides déposées chaque année sous formes d'enduits plus ou moins sales sur tout Paris!

D'après l'analyse immédiate des dépôts qui se forment durant la saison des brouillards épais à Londres et à Manchester, voici la composition de ces suies de houille :

Carbone libre.	41,5
Hydrocarbures solides et liquides. . . .	13,1
Bases diverses.	2,1
Acide sulfurique $(SO)^3$.	4,6
Acide chlorhydrique (HCl).	1,4
Ammoniaque des sels ammoniacaux. . .	1,4
Fer et oxyde de fer magnétique. . . .	2,7
Autres matières minérales	32,2

L'air de Paris contient, à l'état d'hydrocarbures provenant des combustions de toute sorte et pour une part des fermentations du sol de la ville, deux fois plus de carbone que celui de la campagne et un excès de plus d'un tiers d'hydrogène. Le tableau comparatif suivant résume l'ensemble des résultats moyens obtenus pour 100 litres d'air de Paris, des champs, des bois, de la montagne et de la mer,

	Carbone — mmg	Hydrogène — mmg
Air de Paris.	12,29	4,32
Air des bois.	6,12	3,39
Air de la haute montagne. .	1,19	2,40
Air de la mer.	0,02	1,73

On voit que l'air de la mer ne renferme presque pas d'impuretés organiques proprement dites, alors que ces impuretés s'accusent déjà dans l'air de la haute montagne, et vont croissant dans l'air des bois et des grandes agglomérations d'habitations.

L'air moyen de certaines grandes capitales, notamment Paris, contient par 100 litres calculés à 0° et à 760 mm de pression, les gaz combustibles suivants :

Hydrogène libre aérien.	19,4 cm³
Gaz formène	12,1 —
Hydrocarbures aromatiques (benzène et analogues).	1,7 —
Oxyde de carbone (avec traces possibles d'hydrocarbures) (C^nH^{2n} et C^nH^{2n-2}).	0,2 —

La pollution de l'atmosphère et des monuments n'est pas le seul, ni le principal inconvénient des fumées. Pasteur, Duclaux, Roux, Potain, etc., ont établi que la lumière solaire est le plus actif destructeur des microbes pathogènes ou autres par le pouvoir bactéricide des rayons très réfrangibles bleu, violet, ultra-violet.

Or, Tyndall, Gérardin, et particulièrement Aïtken, ont reconnu que les particules solides des fumées ont la singulière propriété de condenser la vapeur d'eau autour d'elles et de former les brouillards plus ou moins denses, qui, nécessairement, arrêtent les variations les plus réfrangibles, c'est-à-dire celles qui sont les plus antiseptiques.

Les relevés actinométriques ont démontré que, dans les grandes villes anglaises, les rayons perdent de 40 à 50 0/0 de leur puissance actinique au centre de la ville, et que, dans la périphérie de ces agglomérations, les valeurs lumineuses sont au plus du tiers de celles relevées à une même époque sur des points peu élevés de la Suisse.

Priver Paris, Lyon, Saint-Etienne, Londres, Manchester, Sheffield, Bradford, Birmingham et *tutti quanti* de lumière, c'est priver ces villes de leur plus puissant moyen d'assainissement.

W. Ramsay a montré quels effets fâcheux occasionnent les fumées, et par suite les brouillards, sur les habitants des centres importants.

Les médecins anglais sont tous d'accord pour attribuer aux fumées et aux brouillards qu'elles déterminent, les pires maladies, notamment la tuberculose.

Il me paraît que les postes disperseurs électriques de brouillards auraient encore là une utile application.

J'admets donc, avec Aïtken, que la présence des poussières atmosphériques est presque nécessaire pour que la vapeur d'eau se précipite à l'état de brouillard : chaque corpuscule se revêt d'une vésicule de poids infinitésimal d'eau liquide; tous ces corpuscules ainsi emprisonnés flottent dans l'air atmosphérique.

En fait, ces vésicules aqueuses sont plutôt en équilibre peu stable.

J'ai donc pensé qu'en produisant un choc mécanique, une vibration, une onde, au sein d'une couche de brouillard, et à une certaine altitude, peut-être obtiendrait-on la chute des vésicules aqueuses de cette couche, sur une étendue quelconque et subsidiairement que, cette dissociation des vésicules aqueuses supérieures tombant, produirait l'entraînement, par surcharge, des vésicules aqueuses en suspension dans les couches interposées entre la zone d'éclaircie artificielle et le sol.

Aïtken dit que, s'il n'y avait pas de poussières atmosphériques, on ne verrait ni nuages, ni brouillards. La vapeur d'eau en excès, sursaturant l'air, se déposerait alors à même le sol, ou se fondrait dans la mer. Les pluies disparaîtraient; la rosée seule subsisterait. Le régime hydraulique du monde serait modifié.

Il est à noter que la résolution en pluie des nuées orageuses provient des effluves électriques qui se manifestent au milieu de ces nuages.

On peut tirer quelque enseignement de ces phénomènes pour la considération générale de la recherche des moyens de dispersion du brouillard.

La mise en œuvre de procédés divers, idoines à l'obtention d'éclaircies, devait être tentée. C'est ainsi que, en 1899, à la suite d'essais concluants à bord d'un steamer, dans la brume, à 65 milles environ au nord de Calais, en pleine mer du Nord, je fus amené à construire un appareil basé sur cette donnée : production d'un choc mécanique atmosphérique et d'élévation de température aérienne partielle artificiels.

J'utilisais tout d'abord l'air comprimé à 4 kg, réchauffé, s'échappant d'un déverseur horizontal placé à l'avant du navire et facilement orientable dans le sens de la marche. Mais tous les navires n'ont pas de chaudières à vapeur auxquelles un emprunt puisse être fait pour le réchauffeur.

Je me reportais à nouveau aux expériences classiques de Tyndall, à celles du docteur Frankland, de lord Rayleigh, de Halley, de Saussure, de Kratzenstein, de Faye, d'Eiffel, etc., aux affirmations de Kaemtz corroborées par les expérimentations d'Aïtken.

Par déductions, comparaisons, analyses, observations nocturnes et diurnes en mer, sur terre et aériennes, il m'apparut que les ondes hertziennes, si elles étaient diffusées dans certaines conditions spéciales et par l'intermédiaire d'appareils appropriés, pourraient réaliser la dispersion artificielle du brouillard et beaucoup mieux que l'air projeté sous pression et réchauffé.

L'objection, si elle se présentait, que l'adoption des ondes hertziennes pour provoquer la dissipation du brouillard autoriserait à croire que les postes de radiotélégraphie ordinaires seraient aptes à l'emploi de disperseurs, ne saurait être soutenue. Les appareils pour la

télégraphie sans fil, tels qu'ils sont généralement conçus et construits, ne sauraient remplir les conditions, que je crois devoir être satisfaites, pour aider à la dispersion artificielle des hydrométéores. Il n'en est pas de même pour les appareils de production de potentiel électrique qui peuvent être employés après adaptation raisonnée.

Pendant l'hiver, en 1904, j'installai mon premier dispositif d'émission pour disperseur, sur le toit de la villa « Excelsior », avenue de la Mer, à Wimereux-Plage (Pas-de-Calais).

Ce poste initial et de circonstance empruntait un potentiel d'électricité statique, dont le courant secondaire, continu, amenait à l'antenne supportant le râteau-diffuseur à pointes métalliques de cuivre, hissée à la pomme du mât haubané sur la toiture, environ 140 000 volts s'écoulant silencieusement dans l'atmosphère par le pôle positif. Le pôle négatif venait à la terre.

L'opacité du brouillard ne permettait pas la distinction de personnes arrêtées à 1,30 m ou 2 m de l'observateur.

L'antenne-râteau était à 10 m au-dessus du toit situé lui-même à 15 m au-dessus du sol au sommet d'une colline ayant 30 m environ d'altitude au-dessus du niveau de la mer.

J'obtins des zones d'éclaircies de 100 à 120 m, soit 50 à 60 m de rayon, en observant que ces éclaircies circulaires augmentaient sensiblement quand le très faible vent du Sud ramenait, sur Wimereux, avec le brouillard, les fumées de la ville de Boulogne-sur-Mer située à 4 km à vol d'oiseau.

Au contraire, avec très faible vent du Sud-Ouest ou d'Ouest, amenant directement le brouillard de la haute mer, les éclaircies se maintenaient à une centaine de mètres, soit 50 m de rayon. Ceci tendrait à démontrer que plus le brouillard véhicule de corpuscules provenant de poussières, de fumées, d'hydrocarbures, etc., plus il est sensible au heurt des ondes électriques et facile à disperser. Quand le circuit était fermé, les volutes de brouillard « se reculaient » (effet optique) sur un périmètre plus ou moins grand et l'éclaircie demeurait acquise.

Quand le circuit était ouvert, les volutes réapparaissaient rampant d'abord sur le sol et envahissant (effet optique) ensuite résolument *la grotte* créée au sein de la nuée.

Les mêmes particularités se présentèrent en 1905, en automne, avec des courants dynamiques ou statiques et de haute tension.

Toutefois, il est certain que mes procédés sont encore dans la période de tâtonnements, et il ne ressort pas encore suffisamment qu'il y ait intérêt à utiliser de préférence des courants d'électricité statique ou dynamique.

A priori, les instruments de production statique, comme la machine à plateaux multiples de Wimshurt, semblent donner une tension élevée. Toutefois ces appareils fonctionnent mal par les temps humides, alors que précisément il faudrait qu'ils conservassent intégralement, surtout à ce moment, leurs avantages producteurs de potentiel.

Les installations déjà répandues à terre, à bord, de groupes électrogènes dynamiques offrant, d'autre part, des ressources importantes pouvant favoriser beaucoup les installations des postes disperseurs à courant continu, et de haute tension, et avec adjonction de résonateurs, semblent devoir être plus pratiques.

Certes les zones d'éclaircie gagneraient à être augmentées, mais on ne peut guère arriver du premier coup au succès absolu, en électricité surtout.

Entre temps, M. l'ingénieur Max de Nansouty, l'éminent chroniqueur scientifique, s'intéressa à mes travaux qu'il voulut bien encourager.

Pendant que, après ma réussite, je m'ingéniais à chercher à créer de toutes pièces un poste pratique de dispersion de brouillard par l'électricité, j'appris que le distingué physicien anglais sir Oliver Lodge, célèbre notamment pour ses inventions touchant la radiotélégraphie, avait fait lui-même des essais de dispersion de brouillard par les ondes électriques et obtenu des éclaircies de 100 à 110 m de diamètre, qui l'engageaient à combiner des installations de postes sur les rives de la Mersey en Angleterre, et sur les bords de la rivière Chicago et du nord et de l'est à New-York, en Amérique.

C'est, à mon sens, le meilleur témoin de mes expériences, quoique témoin éloigné et ne me connaissant point. Mais la corrélation des essais français et anglais est la preuve réciproque des faits accomplis des deux côtés de la Manche, à Wimereux-plage sur le toit de la villa Excelsior, et à Birmingham sur la terrasse de l'Université.

Certains brouillards contenant des poussières ayant plus d'affinité, par leur essence, pour subir l'influence des ondes électriques, se dispersent plus aisément par cela même.

Des brumes renfermant des corpuscules plus réfractaires à l'impression de ces ondes résiste-

ront davantage aux efforts artificiels de dissociation.

J'estime que, dans un avenir rapproché, des améliorations, des perfectionnements incessants, permettront de présenter au public un type de poste-disperseur très étudié et susceptible de remplir, sans défaillance, sur mer et sur terre, la tâche humanitaire qui lui incombera souvent pendant certaines perturbations atmosphériques causées par les hydro-météores.

Admettons que, *à priori*, la limite de zone d'éclaircie sur la mer ou sur le sol soit de 100 m, on conçoit déjà quels immenses avantages cette étendue de dispersion procurerait à la marine, pour les entrées et sorties de port, les aperçus d'obstacles fixes et mobiles, le dégagement des chenaux, passes, les accostages, etc., à bord des navires, etc.

Sans compter que, sur les voies ferrées, ce serait un moyen de maintenir la visibilité permanente des signaux pour les mécaniciens des trains. Aussi la Compagnie des chemins de fer du Nord s'est-elle vivement intéressée à mes expériences.

Rien n'empêche d'établir des postes de recoupement augmentant du double, du triple, les moyens disperseurs.

Puisse cette solution heureuse d'un problème ardu augmenter la sécurité générale des passagers, des voyageurs, des marins, des employés de chemins de fer, etc.

S'il en est ainsi, il me sera donné d'avoir contribué, dans mon humble sphère d'action, à travailler pour ma patrie, beaucoup pour les sciences et un peu pour la gloire.

Ingénieur Dibos,
Lauréat de l'Institut de France.

LE PAPIER ET LE CAOUTCHOUC
COMME ISOLANTS

M. Tamlyn se livre, dans l'*Engineering News*, à une comparaison intéressante des résistances d'isolement que présentent le papier et le caoutchouc employés comme diélectriques dans les câbles souterrains que l'on utilise, sur les réseaux urbains, pour la distribution de l'énergie électrique, câbles construits de manière à pouvoir supporter, généralement, des courants d'une tension de 6000 à 12 000 volts et à 25 périodes. Nous empruntons à cette étude les quelques détails ci-après :

Une substance isolante parfaite n'existe pas et le bon fonctionnement d'un câble dépend absolument du soin apporté à sa construction, ainsi que des conditions spéciales du service. Les câbles isolés au papier coûtent moins cher que ceux isolés au caoutchouc; en outre, ils durent aussi longtemps que l'enveloppe protectrice. L'emploi des câbles sous papier est donc à recommander là où l'on ne rencontre aucun chemin de fer ou tramway électrique avec retour par les rails et où les actions électrolytiques peuvent s'éviter. Par contre, la durée des câbles isolés au caoutchouc est indépendante de celle de l'enveloppe. Le caoutchouc vulcanisé, bien que plus durable que le caoutchouc pur, n'est nullement indestructible. Le papier résiste à la température de 90° C sans se laisser endommager, bien que l'on doive, autant que possible, éviter des températures aussi élevées. Le caoutchouc, lui, ne peut être soumis à une température de plus de 65° à 70° sans perdre ses qualités. Le plus grand avantage du papier consiste dans sa faible capacité spécifique d'induction, bien inférieure à celle du caoutchouc et cette propriété offre une importance extraordinaire en ce qui concerne la perte d'énergie par hystérésis diélectrique, perte directement proportionnelle à la capacité d'induction et à l'isolation entre les différents conducteurs. Des essais effectués par la compagnie « New-York Edison », avec un câble sous papier et un autre sous caoutchouc, — tous les deux parcourus par un courant d'une tension de 6400 volts et à 25 périodes, — ont donné les résultats suivants :

	Câble sous papier.	Câble sous caoutchouc.
Longueur du câble. .	3335 m	7544 m
Section du cuivre. . .	160 mm²	160 mm²
Epaisseur de l'isolement	8 mm	8 mm
Température (environ).	27° C	27° C
Courant de charge dans le service ordinaire.	0,47 amp.	2,16 amp.
Perte totale d'énergie	312,6 watts	4260 watts
Perte par mètre. . .	0,094 watt	0,565 watt

Les chiffres ci dessus sont incontestablement en faveur des câbles isolés avec du papier.

G.

CONSERVATION DES POTEAUX
DES LIGNES ÉLECTRIQUES

M. Eugène Lœwit, ingénieur, signale dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* un système qu'il a employé pour assurer une longue durée aux appuis en bois des conducteurs électriques. M. Lœwit fixe ces poteaux dans une

masse de béton et il les entoure d'un socle, en béton également, qui fait saillie au-dessus du sol. Ce socle se compose de deux parties sur la face extérieure desquelles on a pratiqué des rigoles. L'espace vide entre le poteau et le socle est rempli d'un épais mortier de ciment dont la surface supérieure reçoit une forme concave, de manière à permettre le prompt écoulement des eaux pluviales. La figure 1 ci-contre montre l'extérieur d'un poteau ainsi armé; la figure 2 représente le mode d'insertion dans le béton. Le système de M. Lœwit offre l'avantage de pouvoir s'appliquer, sans frais excessifs, à des poteaux déjà plantés; il protège contre toute altération

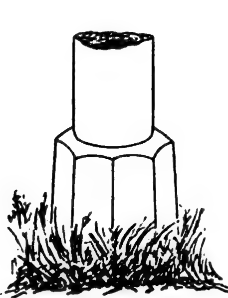


Fig. 1.

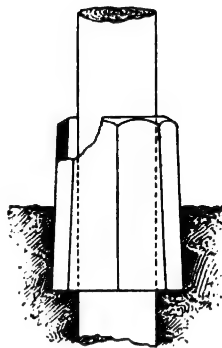


Fig. 2.

ultérieure des appuis déjà attaqués par la pourriture, mais encore utilisables, et permet de prolonger leur existence durant de longues années. G.

L'UTILISATION DES FORCES MOTRICES
DU RHONE

C'est une banalité de redire la vitalité extraordinaire apportée dans toutes les branches de l'activité industrielle, et dans tous les pays, par l'emploi de l'électricité.

Cette source mystérieuse d'énergie ne cesse, en effet, de concourir, non seulement à la production, mais encore à la multiplication de la richesse. La France, généreusement dotée par la nature, sous le rapport des réserves hydrauliques, a donné des preuves d'une émulation féconde, et l'on peut constater, à l'honneur de ses savants techniciens et aussi de ses législateurs, qu'elle est entrée résolument dans la voie des applications pratiques.

Grâce à l'initiative d'un groupe d'ingénieurs dont la science et le labeur ont auréolé le nom d'une célébrité quasi mondiale, notre pays est à la veille de réaliser un projet grandiose, appelé à lui donner un peu plus de gloire et surtout lui préparer un regain de prospérité. Nous voulons parler du projet de l'utilisation des forces motrices du Rhône. Comme cette conception offre un intérêt immédiat d'actualité, par le fait qu'elle touche à la réorganisation des services électriques de la ville de Paris, nous avons pensé qu'il serait agréable à nos lecteurs de pouvoir en apprécier les grandes lignes dans un aperçu sommaire.

Après l'effort considérable de M. Bergès, qui fut le pionnier infatigable de l'exploitation de l'énergie hydro électrique dans les Alpes, M. L. Mâhl, ingénieur, avait, dans une étude magistrale, fait l'inventaire des ressources offertes par l'abondance de la houille blanche et développé le plan général de son utilisation dans les zones diverses du territoire. Dans ce travail, M. L. Mâhl avait démontré, en exposant les voies et moyens, la possibilité d'ériger à Grenoble une centralisation puissante de l'énergie naturelle de la région des Alpes qui eût alimenté un réseau de distribution sur une ligne aboutissant à Paris, et déversé sur la capitale la majeure partie du courant disponible.

C'est sur les données de cette étude, publiée en 1902, et en tenant compte des progrès accomplis depuis dans l'électrotechnique, que M. L. Mâhl a élaboré le projet définitif du transport des forces motrices du Rhône, en collaboration avec M. Blondel, professeur à l'école nationale des Ponts et Chaussées, et M. Harlé, président de la Société internationale des électriciens.

La topographie du cours du fleuve a guidé ces ingénieurs pour choisir le lieu le mieux approprié à la captation des eaux, et leur préférence s'est portée sur Grésin pour la construction d'un barrage à petite distance de la chute de Bellegarde. Dans cette région, les travaux du barrage n'offrent aucun danger pour le lit du fleuve ni pour les riverains. Le plan d'eau relevé de 32,50 m permettra de développer la masse liquide dans la plaine de Collonges en amont, et de constituer une retenue de 2 millions de mètres cubes. Le débit du Rhône pouvant être capté sans inconvénient et dans sa totalité qui est de 130 m^3 à l'étiage, sera restitué au fleuve à Monthoux, par un double tunnel de 4,500 km en une chute qui variera de 67,25 m à 64 m de hauteur.

Au moyen de ces dispositions, il sera facile de réaliser la régulation du débit, de favoriser l'évacuation des crues et de suivre les variations correspondantes de la puissance consommée.

La hauteur de chute permettra de disposer aux arbres moteurs des turbines d'une puissance hydraulique moyenne de 100 000 ch pouvant s'élever au moment de la pointe à 138 000 ch effectifs.

L'usine génératrice de Monthoux pourrait amplement suffire à une production annuelle de 600 millions de kilowatts.

Au cas où on persistera dans l'intention de faire usage du courant continu série pour générer la force et la transmettre, ce courant sera produit sous une tension de 65 000 volts et de signe contraire sur 2 lignes différentes; de sorte que la différence totale de potentiel atteindra le chiffre formidable de 130 000 volts entre les deux lignes.

L'équipement de l'usine génératrice comportera 48 machines dynamo de 2500 volts et 1000 ampères réparties en deux sections égales de 24 réunies par groupement de 3. Chaque groupe sera actionné par une turbine de 10 000 ch.

Un tel résultat acquis par la centralisation de la plus grande force hydraulique localisée en France, permettrait de réaliser le plus économiquement cette production incomparable d'énergie.

L'objectif des auteurs du projet envisage le transport à Paris de la totalité ou d'une partie du courant, à la distance de 400 km en ligne aussi directe que possible. Aucune difficulté d'ordre technique ne saurait être opposée à son exécution depuis que les hautes tensions du voltage réduisent la perte à un pourcentage qui, dans cette application, serait voisine de 10 0/0. Le fonctionnement parfait de la transmission à longue distance est établi par la pratique dans les installations de Colgate à San Francisco (358 km), Lauffen à Francfort (175 km), Avignonnet à Lyon (150 km).

Une entreprise suédoise étudie l'alimentation de Stockholm par un transport d'énergie de 600 km; et, sur le rapport favorable des techniciens les plus autorisés, une Compagnie se prépare à livrer au Transvaal l'énergie hydro-électrique du Zambèze, malgré la distance de 1200 km.

L'expérience démontre, par conséquent, la possibilité d'assurer la fourniture régulière de l'électricité à la région parisienne par le transport des forces motrices du Rhône. Une seule objection sérieuse a pu être opposée au système; l'insécurité, ou tout au moins l'éventualité d'une suspension dans la transmission du courant, due à des causes fortuites, à la malveillance et surtout aux dangers de la guerre.

Il est évident que, dans aucun cas, le mouvement de la vie parisienne ne saurait être exposé à être suspendu.

Les deux lignes pouvant fonctionner individuellement, ce danger est en grande partie conjuré.

En prévision d'un tel événement, les promoteurs ont laissé au Comité technique du régime futur de l'électricité à Paris, le soin d'évaluer dans quelles proportions il conviendra d'attribuer la production du courant soit à la vapeur soit aux forces hydrauliques.

Dans l'examen minutieux et très documenté fait par les ingénieurs de la ville de toutes les propositions soumises, M. Lauriol, avec la prudence et la réserve systématiques dont il ne se départit pas, et cela très justement, n'hésite pas à évaluer à 500 millions de kw, les besoins prochains de la consommation annuelle à Paris. En réalité, les professionnels sont d'accord pour admettre un total d'un milliard de kw justifié par la fourniture de tous les services publics et privés de la capitale. Comme, d'autre part, il est certain que les utilisations électriques n'atteindront ce développement qu'à mesure de l'établissement du réseau de distribution, il apparaît incontestable qu'une production annuelle de 400 millions de kw donnant au compteur environ 300 millions de kw est suffisante pour une première période de cinq années. Dans ces conditions, une attribution de 200 millions de kw aux forces motrices du Rhône nous semble très rationnelle, et, comme il résulte des appréciations de M. Lauriol, que le coût du courant hydro-électrique offre une économie de 0 fr. 05 par kw sur le prix de l'énergie des usines génératrices à turbo-moteurs, cette convention stipulée dans les prochains contrats de la ville aurait pour premier effet de représenter une économie annuelle de 10 millions qui pourrait se répartir au profit du budget municipal et des consommateurs.

Il convient encore d'observer que la fourniture du courant des forces motrices du Rhône n'implique aucune obligation spéciale en ce qui concerne le mode de distribution dans Paris.

Une autre considération doit solliciter l'adhésion des édiles parisiens à ce projet. En outre

de l'appoint considérable qu'il apporte à la réorganisation de l'électricité à Paris, en lui réservant un tiers environ de l'énergie de l'usine hydro-électrique de Monthoux, il permet de disposer en faveur des régions agricoles et industrielles qui avoisinent le parcours du réseau primaire, d'une puissance parfois supérieure à 300 000 ch à des conditions économiques interdites à tout autre mode de génération d'énergie.

Cette puissance étant maximum l'été, au moment de la sécheresse, viendra faciliter les élévations d'eau et remplacer l'énergie des autres cours d'eau qui n'ont pas de houille blanche et sont alors à l'état d'étiage.

A ce titre, le projet constitue une partie importante de l'outillage national, propre à la vulgarisation de la force et de la lumière en province. Il a de plus l'avantage de substituer comme agent d'énergie l'eau gratuite à une consommation formidable de houille, et de ce fait l'économie représente annuellement près de 20 millions. C'est un beau denier que l'importation étrangère prélèverait en moins sur la richesse nationale, puisque la France a payé l'an dernier un tribut de 160 millions aux charbons étrangers.

La disparition des usines à vapeur de la région parisienne sera un bienfait; car leurs fumées et l'acide carbonique qu'elles contiennent sont cause d'une altération justifiée de l'atmosphère 5 fois plus grande que par la respiration humaine.

Il ne faut pas se dissimuler que la réalisation de cette œuvre utile, conçue par le travail et non par la spéculation, verra se dresser contre elle une muraille de préventions, et surtout de formalités administratives. L'intervention de la Ville de Paris aurait pour conséquence heureuse d'aplanir beaucoup de difficultés, principalement auprès des pouvoirs publics de l'Etat, dispensateur de la concession, et de hâter la solution.

Aussi sommes-nous convaincu que l'assemblée municipale dont l'esprit est généreusement ouvert à tous les progrès voudra favoriser de toute son influence cette œuvre d'utilité publique et de haute importance.

(*Moniteur de l'industrie du gaz et de l'électricité.*)



ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

(Suite) (1)

§ 3. SELF-INDUCTION

La self-induction des lignes unifilaires est l'élément le plus difficile à déterminer. Il est aisé d'en comprendre la raison. Les quantités d'électricité mises en jeu sont faibles. On sait que l'on désigne par L et par R la self-induction et la résistance; l'effet de la self-induction se traduit par la production à la fermeture du circuit d'une quantité d'électricité Q donnée par la formule.

$$Q = \frac{L}{R} I.$$

A l'ouverture il se produit une quantité égale, mais de signe contraire.

Si on opère avec un courant de 10 milliampères, en admettant que L et R soient respectivement égaux à 0,002 henry et à 5 ohms, par kilomètre, Q n'est pas supérieur à 4 microcoulombs. Si la ligne a 500 km de longueur, sa capacité sera de 4,5 microfarads, et la charge qu'elle prendra avec une pile de 1 volt sera supérieure à la quantité Q qui intervient dans le phénomène de self-induction. On voit donc que pour étudier la self-induction d'une ligne, il faudra tenir compte d'un certain nombre de phénomènes accessoires qui viendront troubler le phénomène principal et que nous allons brièvement examiner.

Courants parasites. — Il faudra tout d'abord se débarrasser, autant que possible, des courants provenant, soit des variations de l'état électrique du sol, soit de l'induction des conducteurs voisins. Pour éliminer l'influence de la terre, nous n'avons trouvé d'autre moyen à employer que de la supprimer. Nous avons opéré sur des boucles métalliques, en choisissant deux conducteurs suivant des itinéraires très différents, mais ayant leurs extrémités communes. Pour éliminer la quantité d'électricité induite par les fils voisins, il faut avoir recours à l'accumulation des charges. Au lieu de mesurer la quantité Q produite par une seule fermeture, ou une seule ouverture du circuit, on emploie un manipulateur-inverseur, qui fait passer dans le galvanomètre le courant d'ouverture et le courant de fermeture en sens inverse l'un de l'autre, de façon que leurs effets s'ajoutent; de plus, le circuit est ouvert plusieurs fois par seconde, jusqu'à 50 fois, de sorte que la quantité d'électricité considérée devient 100 fois plus grande, et peut rendre négligeable celle qui provient des courants d'induction.

(1) Voir l'*Electricien* n° 812, 21 juillet 1906, p. 33; n° 813, 28 juillet, p. 54; n° 814, 4 août, p. 77; n° 819, p. 149 et n° 820, p. 168.

Influence de la capacité. — Nous avons vu dans la première partie, qu'un condensateur C, shunté par une résistance R, est équivalent à une self-induction négative égale à $- C R^2$.

Si nous considérons un élément $A B$ d'une ligne, $A D$, à la terre à l'extrémité D, figure 18, nous pourrons admettre qu'à cause de la capacité, il y a un petit condensateur en B, de capacité C.

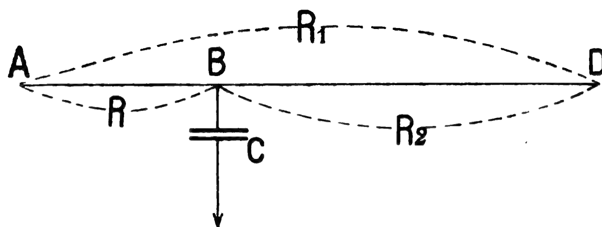


Fig. 18.

L'effet de cette capacité combinée à la résistance R_2 de $B D$ produira une self négative $- C R_2^2$ qui diminuera d'autant la self de la partie $A B$.

En traitant la question par le calcul, on trouve que si R est la résistance de la partie $A B$, C sa capacité et R_1 la résistance totale de la partie $A D$, la diminution de self due à la partie $A B$ de la ligne est égale à

$$\frac{1}{3} \frac{C}{R} (R_1^3 - R_2^3)$$

Dans le cas où la ligne est homogène, cette formule se réduit à

$$\frac{1}{3} C R^2$$

pour la correction due à la ligne entière et la self apparente mesurée L' est liée à la self vraie L par la foımule.

$$L^1 = I_1 - \frac{1}{3} C R^2$$

Il est donc assez facile de tenir compte de la capacité de la ligne, mais il faut avoir bien soin de ne pas oublier que les quantités R_1 et R_2 représentent des résistances mesurées depuis un certain point jusqu'à un point en relation avec le sol ou de potentiel zéro. Nous montrerons plus loin comment on peut déterminer ce point, dans le cas où l'on opère sur une boucle métallique n'ayant aucune communication avec le sol. Mais auparavant nous rappellerons comment on mesure la self apparente des lignes.

Mesure de la self-induction apparente. — On emploie le dispositif du pont de Wheastone, en introduisant dans la branche de comparaison $B D$, en plus de la résistance C, un appareil appelé secohmmètre et qui se compose de deux bobines horizontales ayant une self à peu près égale S et dont l'une, située à l'intérieur de l'autre, et d'une façon bien symétrique, peut pivoter autour d'un axe vertical Quand les deux bobines sont parallèles, leur coefficient d'induction mutuelle est égal à S, de sorte que la self-induction totale, qui se compose de la self de chacune, augmentée de l'induction de chacune à travers l'autre, se trouve égale à 4 S. Si on fait tourner la bobine intérieure de 180°, l'induction mutuelle conserve la même valeur absolue, mais devient négative, et la self totale de l'ensemble est nulle. Dans les positions intermédiaires la self varie de 4 S à zéro, et la résistance reste constante.

On commence par régler le pont en courant permanent de manière qu'il y ait équilibre. Puis on fait intervenir la self du secohmmètre jusqu'à ce que l'équilibre se maintienne quand on ouvre ou qu'on ferme la clef de pile. Le réglage est facile à obtenir puisque les résistances des différentes branches, grâce à l'emploi du secohmmètre, demeurent invariables. La self à mesurer X est alors donnée par la même formule que les résistances mesurées au pont.

$$X = \frac{b}{a} L$$

Comme nous l'avons dit plus haut, la clef de pile K est remplacée par un manipulateur spécial que nous ne pouvons décrire, et qui augmente

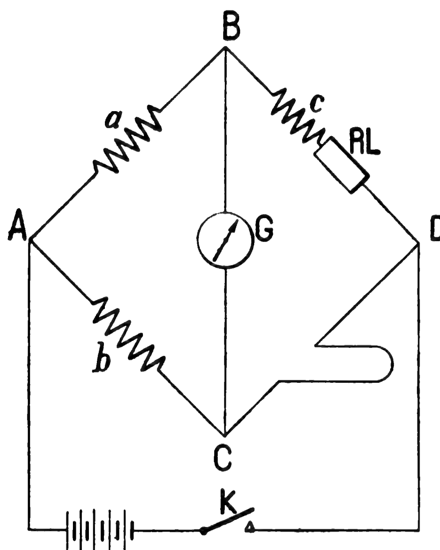


Fig. 19.

beaucoup la sensibilité de la méthode, en ouvrant et fermant le circuit jusqu'à 50 fois par seconde, et en diminuant de cette manière l'influence des courants induits par les fils voisins, en même temps qu'il inverse les connexions du galvanomètre, de manière à y faire circuler les courants d'ouverture et de fermeture en sens contraire pour que leur effets soient concordants.

Quand la self apparente est négative, on remplace le secohmmètre par une capacité shuntée par une résistance.

Calcul de la self-induction vraie. — Le résultat

de la mesure est la valeur de la self-induction apparente. Pour avoir la self-induction vraie, il faut éliminer l'influence de la capacité. Pour cela il faut, ainsi que nous l'avons expliqué, calculer pour chaque partie de la ligne un terme correctif dont nous avons donné la valeur, et qui dépend de la position du point de la ligne qui est au potentiel du sol. Or quel est ce point pour une ligne n'ayant aucun point à la terre? Nous allons démontrer expérimentalement que ce point n'est autre que le milieu de la ligne.

Prenons deux conducteurs souterrains, isolés à la gutta, et de 4,5 km de longueur.

Nous les bouclons et nous mesurons leur self apparente. Nous trouvons

$$L' = 0{,}0073 \text{ henry}$$

Mettons l'origine de la ligne à la terre, nous trouvons

$$L' = 0{,}0020 \text{ henry}$$

Nous voyons nettement l'influence de la position du point au potentiel zéro. Nous avons les données suivantes :

$$C = 2{,}05 \text{ microfarads} \quad \frac{1}{3} C R^2 = 0{,}0071$$
$$R = 104{,}5 \text{ ohms}$$

Dans le cas où la terre est au début de la ligne, la correction de capacité est égale à 0,0071. La self vraie est

$$L = L' + \frac{1}{3} C R^2 = 0{,}0020 + 0{,}0071 = 0{,}0091$$

Si nous admettons que sans terre le milieu de la ligne est au potentiel zéro, nous aurons une correction, pour chaque moitié de la ligne, égale à

$$\frac{1}{3} \times \frac{C}{2} \times \frac{R^2}{4}$$

puisque, pour chacune de ces parties, la capacité et la résistance sont juste la moitié de celles de la ligne entière, et pour toute la ligne la correction sera

$$\frac{1}{3} \frac{C R^2}{4} = 0{,}0018$$

La self vraie est donc

$$L = L' + \frac{C R^2}{3 \times 4} = 0{,}0073 + 0{,}0018 = 0{,}0091$$

On retombe sur la même valeur, donc l'hypothèse est correcte.

Nous avons opéré la même vérification sur une ligne non homogène, composée d'un conducteur isolé au papier, relié à un conducteur isolé à la gutta. Voici le résumé du calcul :

$$\text{Câble sous papier} \begin{cases} R = 28{,}6 \\ C = \quad 0{,}32 \end{cases}$$

$$\text{Câble sous gutta} \begin{cases} R = 52{,}2 \\ C = \quad 0{,}96 \end{cases}$$

Self apparente.	Correction.	Self vraie.
0,0190	0,0006	0,0196 avec terre.
0,0175	0,0022	0,0197 sans terre.

Dans ce cas, pour faire les calculs sans terre, nous avons pris le point au potentiel zéro, non au milieu géométrique de la ligne, mais au milieu ohmique, c'est-à-dire au point situé à 40,4 ohms de chaque extrémité. Ce point est situé dans le câble sous gutta à 11,8 ohms de l'extrémité bouclée avec le câble sous papier. Et comme les résultats sont bien concordants, nous en concluons qu'il faudra bien opérer ainsi pour le calcul de la self vraie.

Self induction apparente négative. — La correction de capacité peut être assez grande pour que la self apparente soit négative. Prenons, par exemple, une ligne homogène, on aura

$$L' = L - \frac{1}{3} C R^2$$

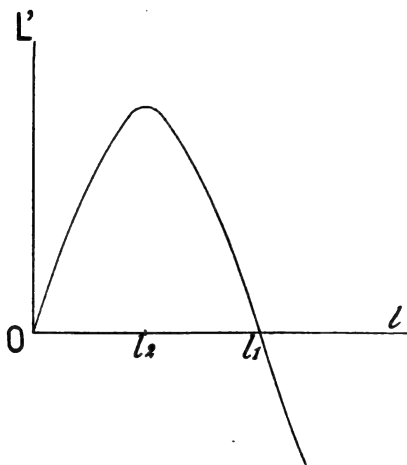


Fig 20.

Soit λ, γ et ρ les valeurs de L, C et R par unité de longueur, et soit l la longueur de la ligne

$$L' = \lambda l - \frac{1}{3} \gamma \rho^2 l^3$$

L' sera nulle pour une longueur l, telle que

$$l_1^2 = \frac{3 \lambda}{\gamma \rho^2}$$

et deviendra négative si la longueur de la ligne est supérieure à ce chiffre.

Elle est, au contraire. maximum pour la valeur

$$l_2^2 = \frac{\lambda}{\gamma \rho^2}$$

Si on construit une courbe représentant la self apparente en fonction de la longueur, on aura le résultat indiqué sur la figure 20.

La self augmente, d'abord avec la longueur, atteint son maximum pour la longueur l_2, puis

diminue, s'annule pour l_1, et devient ensuite négative. Il y a, d'ailleurs, entre l_1 et l_2, la relation simple

$$l_1 = l_2 \sqrt{3} = 1,8\, l_2$$

Des courbes de cette nature ont été tracées au moyen de résultats expérimentaux (Voir notamment le rapport de M. Gavey, ingénieur en chef du Post Office, octobre 1905). Elles sont bien conformes à la théorie que nous avons donnée. Sans insister davantage sur cette question, qui comporterait des développements hors de proportion avec cette étude, nous nous bornerons à ajouter que l'on peut, au moyen des courbes, retrouver les valeurs de la self vraie et de la capacité par unité de longueur. Soit, en effet, Lm la valeur maximum de la self apparente, on aura

$$\lambda = 2,7 \frac{L_m}{l^1} \text{ et } \gamma = \frac{3\lambda}{\rho^2 l_1^2}$$

qui seront faciles à calculer, en fonction de la résistance, qui est toujours connue avec précision.

Nous ajouterons, pour fixer les idées, que la longueur au delà de laquelle la self apparente devient négative est très courte pour les lignes souterraines, 8 kilomètres environ pour les câbles sous papier des réseaux téléphoniques. Pour les lignes aériennes, cette limite est plus reculée. On trouve, par exemple, pour les fils de cuivre de 2,5 millimètres, 245 kilomètres environ.

Résultats expérimentaux. — Nous avons trouvé les nombres suivants :

Lignes aériennes en cuivre. Self par kilomètre : $2,05 \times 10^{-3}$ henry en moyenne.

Lignes souterraines en gutta. Self par kilomètre : $2,43 \times 10^{-3}$ henry en moyenne.

Lignes souterraines en papier. Self par kilomètre : $1,98 \times 10^{-3}$ henry en moyenne.

Comparaison avec les valeurs théoriques. — On a donné quelquefois, pour la valeur de la self induction, la formule

$$L = l\left(2 \operatorname{Log} \frac{2l}{r} - 2 + \frac{\mu}{2}\right)$$

l et r étant respectivement la longueur et le rayon du conducteur unifilaire, et μ la perméabilité du milieu.

Ceci conduit à la valeur $2,7 \times 10^{-3}$ par kilomètre pour un fil de cuivre de 2,5 millimètres. Le nombre expérimental est un peu plus faible; mais il convient de remarquer que la formule est loin d'être établie d'une façon rigoureuse. On sait, d'autre part, que la vitesse de propagation des ondes est donnée par la formule

$$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$$

γ et λ étant la capacité et la self par unité de longueur et v la vitesse de la lumière, soit 300 000 kilomètres. On peut, dans cette formule, attribuer à γ soit sa valeur théorique 0,006, soit sa valeur expérimentale 0,009. Le premier nombre semble devoir être préféré, car le deuxième n'est qu'une correction du premier dû à la présence de corps conducteurs divers qui déforment les ondes électriques et doivent modifier leur vitesse de propagation. Avec la valeur

$$\gamma = 0,006$$

on a

$$\lambda = 1,9 \times 10^{-3}$$

ce qui est bien près du chiffre expérimental.

Lignes en fer. — La self d'une ligne est donnée par la formule

$$L = l\left(A + \frac{\mu}{2}\right)$$

l étant la longueur, A un coefficient dont nous avons donné plus haut la formule théorique, et μ la perméabilité du métal. Cette perméabilité est égale à l'unité pour le cuivre.

En admettant que les lignes aériennes aient pour self la valeur que nous avons trouvée, soit $2,5 \times 10^{-3}$, on pourra facilement, des valeurs trouvées pour la self des lignes en fer, déduire la valeur de la perméabilité.

En procédant ainsi, nous avons constaté que la perméabilité du fer varie avec les différentes lignes sur lesquelles on opère, et aussi avec le courant d'expérience.

Voici quelques chiffres moyens :

Intensité.	μ
5 milliampères	112
10 »	140
20 »	81
20 »	75
30 »	91

D'une manière générale, la perméabilité semble diminuer avec l'intensité du courant. Ceci peut s'expliquer par un phénomène de rémanence. En admettant le chiffre 80 pour les courants employés en télégraphie, on est amené à prendre la valeur 6×10^{-3} pour la self des lignes unifilaires en fer, et c'est à ce chiffre que nous nous arrêterons.

Conclusion. — Les valeurs que nous accepterons provisoirement pour la self-induction de lignes unifilaires seront les suivantes, jusqu'à ce que de nouvelles séries de mesures nous permettent d'obtenir une plus grande précision.

Lignes en cuivre 2×10^{-3} henrys par km.
— fer 6×10^{-3} —

DEVAUX-CHARBONNEL.

(A suivre.)

VILLES ET LOCALITÉS

DANS LESQUELLES EXISTE UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (1)

Première circonscription.

2e subdivision : Aisne, Oise, Somme.

ABRÉVIATIONS :

C = Courant continu.
A = Courant alternatif simple.
A D = Courants alternatifs diphasés.
A T = Courants alternatifs triphasés.
D = Système de distribution (la tension indiquée pour les canalisations à trois fils est celle qui existe entre les fils extrêmes).
F M = Force motrice.

AISNE

Aizy (264 hab.). — Alimenté par l'usine de Vailly.

Agnicourt et Séchelles (507 hab.). — *Mme veuve Walschmitt et Cie*. — AT, 50 périodes. — D : 5200 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Bosmont,
Chaourse,
Montcornet-Agnicourt,
Renneval,
Saint-Pierremont,
Tavaux-Ponséricourt,
Vigneux-le-Hocquet,
Ville-aux-Bois (la).

Alaincourt (507 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Autremencourt (366 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Bernot (1007 hab.). — Alimenté par l'usine de Noyal.

Berthenicourt (253 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Bosmont (345 hab.). — Alimenté par l'usine d'Agnicourt et Séchelles.

Braisne (1540 hab.). — Alimenté par l'usine de Vailly.

Brissay-Choigny (503 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Brissy (678 hab.). — *Société anonyme d'éclairage et de force motrice du canton de Moy*. — AT, 50 périodes. — D : 5200 volts au primaire et 120 volts au secondaire. — FM : Vapeur, gaz pauvre et hydraulique.
Cette usine alimente :
Alaincourt,
Berthenicourt,
Brissay-Choigny,
Cérizy,
Hamégicourt,
Mézières d'Oise,
Moy de l'Aisne,
Vendeuil.

Burelle (366 hab.). — *MM. Caille et Lelièvre*. — C—D : 2 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 819, 8 septembre, p. 155, et 820, 15 septembre 1906, p. 171.

Caumont (369 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Cérizy (96 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Chéry-les-Rozoy (254 hab.). — *M. Jennepin*. — AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire. FM : Hydraulique et gaz pauvre.
Cette usine alimente : Rozoy-sur-Serre.

Chaourse (801 hab.). — Alimenté par l'usine d'Agnicourt et Séchelles.

Chatillon-les-Sons (303 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Chaudron (1250 hab.). — Alimenté par l'usine d'Origny-en-Thiérache.

Chigny (400 hab.). — Alimenté par l'usine de Monceau-sur-Oise.

Coucy-le-Château (683 hab.). — *La Municipalité*. — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Cuirieux (265 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Dercy (761 hab.). — *M. Saudron*. — C—D : 3 fils, 440 volts.

Erlon (426 hab.). — *Société anonyme électrique de Voyenne*. — Usine marchant en parallèle avec celle de Voyenne.

Esquehéries (1536 hab.). — *M. Decaux*. — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Essomes (1530 hab.). — *M. Unselt*. — A, 50 périodes. — D : 1000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Moneaux,
Moncourt (Grand),
Moncourt (Petit),
Vaux.

Etréaupont (1530 hab.). — *M. Carpentier*. — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Evergnicourt (460 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-Givart (Marne).

Flavigny-le-Petit (248 hab.). — Alimenté par l'usine de Monceau-sur-Oise.

Franqueville (219 hab.). — *M. Sandra*. — C—D : 3 fils, 240 volts. — FM : Hydraulique.

Froidmont-Cohartille (435 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Guise (7130 hab.). — Alimenté par l'usine de Monceau-sur-Oise.

Hamégicourt (450 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Hauteville (309 hab.). — Alimenté par l'usine de Noyal.

Jaulgonne (527 hab.). — *MM. Mijois et Cie*. — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Lesquielles-Saint-Germain (1522 hab.). — Alimenté par l'usine de Noyal.

Leuze (320 hab.). — *M. Splingart*. — C—D : 2 fils, 220 volts.

Longchamps (367 hab.) — Alimenté par l'usine de Noyal.

Macquigny (711 hab.). — Alimenté par l'usine de Noyal.

Magny (commune de Sainte-Geneviève). — Alimenté par l'usine de Sainte-Geneviève.

Marcy (209 hab.). — *Société anonyme électrique de Voyenne.* — Usine marchant en parallèle avec celle de Voyenne.

Marle (2513 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Marly (800 hab.). — Alimenté par l'usine de Monceau-sur-Oise.

Mézières d'Oise (553 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Moncourt (commune d'Essomes) (104 hab.). — Alimenté par l'usine d'Essomes.

Monceau-sur-Oise (227 hab.). — *MM. R. Vinchon fils et Cie.* — C—D : 2 fils, 120 volts. — AT, 50 périodes — D : 5200 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Chigny.
Flavigny-le-Petit.
Guise.
Marly.
Proisy.
Romery.
Vallée-aux-Blets.
Wiège et Faty.

Mont d'Origny (1030 hab.). — Alimenté par l'usine de Noyal.

Montigny-sous-Marle (169 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Moy-de-l'Aisne (990 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Neufchatel-sur-Aisne (657 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-Givart (Marne).

Noyal (330 hab.). — *M. Georges Decaux.* — A, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — AT, 50 périodes. — D : 3600 volts au primaire, 200 et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Bernot.
Hauteville.
Lesquielles-Saint-Germain.
Longchamps.
Macquigny.
Mont d'Origny.
Origny-Sainte-Benoite.
Vadencourt et Bohéries.

Orainville (244 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-Givart (Marne).

Origny-en-Thiérache (2516 hab.). — *M. N. Fradiss.* — AT, 50 périodes. — D : 3600 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Chaudron.
Routières.

Origny-Sainte-Benoite (2403 hab.). — Alimenté par l'usine de Noyal.

Proisy (597 hab.). — Alimenté par l'usine de Monceau-sur-Oise.

Renneval (293 hab.). — Alimenté par l'usine d'Agnicourt et Séchelles.

Reuil (commune de Vincy-Rueil et Magny). — Alimenté par l'usine de Sainte-Geneviève.

Romery (155 hab.). — Alimenté par l'usine de Monceau-sur-Oise.

Routières (800 hab.). — Alimenté par l'usine d'Origny-en-Thiérache.

Rozoy-sur-Serre (1379 hab.). — Alimenté par l'usine de Chéry-les-Rozoy. — D : 120 volts au secondaire.

Sainte-Geneviève (109 hab.). — *M. Saudron.* — C—D : 3 fils, 440 volts. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Magny.
Reuil.

Saint-Pierremont (167 hab.). — Alimenté par l'usine d'Agnicourt et Séchelles.

Saint-Quentin (48 868 hab.). — *Société anonyme saint-quentinoise d'éclairage et de chauffage.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz et vapeur.

Signicourt (203 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-Givart (Marne).

Soissons (13 240 hab.). — *Société des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur et gaz.

Sons et **Ronchères** (691 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Tavaux-Ponséricourt (1096 hab.). — Alimenté par l'usine d'Agnicourt et Séchelles.

Tergnier (6000 hab.). — *Société anonyme locale.* — C—D : 2 fils, 120 volts. — FM : Vapeur. (Eclairage de la gare et des ateliers.)

Thiernu (192 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Toulis (345 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyenne.

Vadencourt et **Bohéries** (738 hab.). — Alimenté par l'usine de Noyal.

Vailly (1680 hab.). — *M. Gilbert.* — AT, 50 périodes. — D : 3200 volts au primaire et 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Aizy.
Braisne.
Et plusieurs fermes.

Vallée-aux-Blets (362 hab.). — Alimenté par l'usine de Montceau-sur-Oise.

Vaux (190 hab.). — Alimenté par l'usine d'Essomes.

Vendeuil (1076 hab.). — Alimenté par l'usine de Brissy.

Vigneux-le-Hocquet (615 hab.). — Alimenté par l'usine d'Agnicourt et Séchelles.

Ville (la) aux Bois (488 hab.). — Alimenté par l'usine d'Agnicourt et Séchelles.

Voyenne (518 hab.). — *Société anonyme électrique de Voyenne.* — AT, 50 périodes. — D : 3200 volts au primaire et 120 volts au secondaire.
Usine marchant en parallèle avec celles d'Erlon et de Marcy. Ces usines alimentent :
Autremencourt.
Caumont.
Cuirieux.
Marle.
Montigny-sous-Marle.
Thiernu.
Toulis.

Wiège et **Faty** (514 hab.). — Alimenté par l'usine de Monceau-sur-Oise.

OISE

Acy-en-Multien (749 hab.). — *MM. Menot père et fils et Deneuville.* — C—D : 2 fils, 115 volts. — FM : Gaz pauvre.

Andeville (1418 hab.). — *MM. Demont et Guerbois.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz pauvre.

Beauvais (20 300 hab.). — *Société du gaz.* — C—D : 3 fils, 440 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz.
Cette usine alimente :
Marissel.
Saint-Just des Marais.
Voisinlieu.

Chambly (1731 hab.). — *M. Cordier.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Compiègne (26 208 hab.). — *MM. H. Fontaine et Ch. Boisserand.* — C—D : 5 fils, 115 volts par pont et 3 fils, 110 volts par pont. — FM : Vapeur.
Cette usine alimente Margny-les-Compiègne.

Hénouville (538 hab.). — *M. Petit-Jarlet.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Margny-les-Compiègne (2284 hab.). — Alimenté par l'usine de Compiègne.

Marissel (1650 hab.). — Alimenté par l'usine de Beauvais.

Mello (420 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Mie (la) au Roi (commune de Notre-Dame du Thil). — *Frère Paulin.* — C—D : 2 fils, 500 volts. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente Notre-Dame du Thil.

Notre-Dame du Thil (1927 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — Alimenté par l'usine de la Mie-au-Roi. — Accumulateurs à l'arrivée.

Saint-Just des Marais (1500 hab.). — Alimenté par l'usine de Beauvais.

Voisinlieu (1650 hab.). — Alimenté par l'usine de Beauvais.

SOMME

Abbeville (20 388 hab.). — *Société anonyme du gaz.* — C—D : 2 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Airaines (1889 hab.). — *Société hydro-électrique industrielle du Nord.* — C—D : 2 fils, 115 volts. — FM : Hydraulique.

Amiens (90 409 hab.). — *Compagnie générale d'électricité.* — C—D : 3 fils, 440 volts. — FM : Vapeur.

Bouttencourt (650 hab.). — Alimenté par l'usine de Blangy (Seine-Inférieure).

Long (1085 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Péronne (4661 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz.

CHRONIQUE

La radiotélégraphie sur les chemins de fer prussiens.

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* nous apprend que, suivant l'exemple de l'Administration des chemins de fer bavarois, le ministère des chemins de fer de Prusse va incessamment entreprendre, sur une grande échelle, des essais de communications radiotélégraphiques entre les gares de son réseau et les trains en marche. On doit munir les trains des appareils récepteurs et les gares des appareils transmetteurs. Le dispositif transmetteur choisi pour ces essais est logé dans une caisse close pouvant se porter à la main et aménagée d'une façon si simple que, quand on veut télégraphier, il suffit d'actionner une clef de transmission. Le type du récepteur qui doit être donné aux trains présente le même degré de simplicité. Naturellement, il serait à désirer que l'on pût échanger des communications dans les deux sens, c'est-à-dire que le train en marche pût, de son côté, envoyer des messages à la gare voisine; malheureusement, cette partie du problème n'a pas encore reçu une solution pratique : il faut se contenter, pour le moment, des avantages offerts par le système qui va être essayé et qui permet de commander la marche d'un train se trouvant en pleine voie et de communiquer aux voyageurs les informations urgentes destinées à ces derniers. — G.

Le « fludor ».

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* signale une nouvelle substance au moyen de laquelle on peut obtenir des soudures et qui a été lancée sur le marché par la société Classen et Cie de Berlin. Cette substance, dite *fludor*, ne se distingue pas, en ce qui concerne sa manipulation, des autres corps similaires ; mais elle présenterait cet avantage de pouvoir s'employer sur tous les métaux, et cela sans aucune opération préalable, car elle enlève elle-même les impuretés : graisses, résines, oxydes, voire même les épaisses couches de vert-de-gris sur les parties métalliques qu'il s'agit de réunir ensemble, en dispensant l'ouvrier du soin de les décaper et de les laver. Le fludor se rencontre dans le commerce sous forme de bâtonnet, de pâte, de dissolution alcoolique, de solution et de composé avec l'étain. Le bâtonnet de fludor, à la fois plastique et tenace, a 2,5 cm d'épaisseur sur 15 cm de longueur; il peut s'utiliser dans tous les cas. La pâte, elle, en raison de sa mollesse, s'emploie chaque fois qu'il s'agit de faire pénétrer la soudure dans de fines rainures. La dissolution alcoolique de fludor est destinée, en première ligne, aux travaux délicats de l'électrotechnique, de la mécanique de précision et de la construction des appareils. La solution de fludor remplace l'acide chlorhydrique dans la fabrication des tôles. Enfin l'étain au fludor est une combinaison d'étain et de fludor qui facilite sensiblement le travail dans les opérations de montage. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 822 29 Septembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

MÉTHODE PRATIQUE D'ESSAI

DES MOTEURS ÉLECTRIQUES DE FAIBLE PUISSANCE

Dans une communication faite à la section de Newcastle de l'Institution anglaise des ingénieurs-électriciens, M. Thomas Carter a décrit la méthode d'essai qu'il emploie pour la vérification des moteurs électriques de faibles puissances allant jusqu'à 15 ch.

Par suite du grand nombre de tensions différentes utilisées pour le courant qui alimente ces sortes de moteurs, on éprouve de grandes difficultés pour effectuer un essai industriel vraiment pratique. En effet, les tensions que l'on rencontre le plus fréquemment sont les suivantes : 100, 105, 110, 115, 200, 205, 210, 215, 220, 225, 230, 240, 250, 260, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 480, 500, 520, 530 et 550 volts, et cette liste est loin d'être complète ; on trouve même des cahiers des charges anglais où les conditions imposées sont telles que, pour fonctionner à la vitesse angulaire déterminée, le courant doit avoir une tension de 204,8 volts.

Chargé d'établir, pour MM. J.-H. Holmes et Cie, le devis et l'installation d'un laboratoire d'essais affecté spécialement à la vérification des moteurs en dérivation de différentes puissances allant jusqu'à 15 ch, M. Carter a reconnu que la première difficulté à résoudre, et du reste la seule présentant quelque importance, provenait précisément de cette diversité des tensions du courant devant alimenter les moteurs.

Avant de décrire l'installation réalisée, il n'est pas inutile de rappeler brièvement les méthodes d'essai des moteurs généralement employées.

On sait que tout moteur se compose d'un induit et d'un inducteur. Ces deux organes sont soumis à une première vérification avant leur sortie de l'atelier de bobinage. En ce qui concerne les bobines inductrices, on mesure simplement leur résistance électrique à l'aide d'un pont de Wheatstone portatif. Quant à l'induit, l'essai consiste à mesurer la chute de tension entre les différentes lames du collecteur en y faisant passer un courant constant, pris sur un support de lampe à incandescence et traversant une boîte de résistances dont il est facile de régler la valeur. On mesure également la résistance d'isolement de l'enroulement induit.

Dans certaines usines, ces essais sont faits dans l'atelier de bobinage, mais il est bien préférable de les confier à un laboratoire de mesures spécial afin d'assurer un contrôle plus efficace.

A propos des balais en charbon, M. Carter fait remarquer qu'il utilise pour tous les moteurs de puissances allant depuis 1 ch jusqu'à 150 et 200 ch, trois modèles de balais dont les surfaces de contact présentent respectivement les dimensions suivantes :

25,4 mm × 11,10 mm,
38,1 mm × 11,10 mm,
38,1 mm × 19,05 mm.

La qualité de ces balais en charbon est ordinaire et l'on a constaté que les résultats obtenus au point de vue du fonctionnement étaient aussi bons que ceux que l'on obtient avec des balais de prix plus élevé.

Dans certains cas, il convient d'utiliser des balais de qualité spéciale, présentant une faible résistance électrique. M. Carter a fait usage alors de balais en charbon du type Z, fabriqués par la Société « Le Carbone » ; ces balais étaient excellents, mais d'un prix assez élevé comme du reste tous ceux qui présentent une grande conductance. L'auteur a ensuite remplacé les balais du « Carbone » par des balais constitués par un mélange de charbon et de poussière métallique ; mais il n'a obtenu que de mauvais résultats car, lorsque le collecteur venait à chauffer ou que des étincelles se produisaient, les parties métalliques du balai fondaient, se déposaient sur le collecteur qui, en très peu de temps, se recouvrait d'aspérités. Enfin, tout dernièrement, M. Carter a employé des balais spéciaux en « morganite (1) » qui lui ont rendu d'excellents services dans certains cas difficiles.

Avant de mettre un moteur en service, il est utile de déterminer exactement le *point neutre* du collecteur, c'est-à-dire la lame correspondant au conducteur de l'enroulement induit qui se trouve placé à ce moment à égale distance des deux pièces polaires de l'inducteur. On arrive bien facilement au résultat voulu en procédant par tâtonnements, c'est-à-dire en déplaçant les balais jusqu'à ce que l'on ait déterminé la position exacte qu'ils doivent occuper lorsque le moteur fonctionne à la même vitesse angulaire dans les deux sens de rotation. Il convient de faire remarquer que plus les balais se trouvent éloignés du point neutre, moins le moteur a un bon rendement et, à ce sujet, M. Carter cite un

(1) Les balais en « morganite » sont auto-lubrifiants, leur résistance électrique est plus grande dans le sens de leur largeur que dans le sens normal au collecteur. Pour obtenir ce résultat, ces balais sont composés d'un très grand nombre de couches minces de composition spéciale dans laquelle il entre surtout du graphite.

cas dans lequel le moteur à l'essai ayant un champ trop faible et un induit trop fort et étant soumis à une faible charge, ce qui est le meilleur moyen de vérifier approximativement son rendement, on constata que l'intensité du courant de charge variait depuis 1 jusqu'à 11 ampères, suivant la position occupée par les balais depuis le point neutre jusqu'à un autre point très peu éloigné.

Après avoir déterminé les vitesses angulaires à différentes charges et s'être assuré que le rhéostat permettant de régler cette vitesse fonctionne parfaitement, on peut mettre le moteur en marche à pleine charge. Pour déterminer la valeur de l'intensité de courant nécessaire pour faire marcher le moteur à pleine charge, il suffit généralement, pour un rendement déterminé, de calculer la valeur de cette intensité d'après la puissance en chevaux mesurée au frein. Il n'est pas nécessaire d'effectuer un essai au frein pour chaque moteur d'un même type, mais, toutefois, il est bon de le faire aussi fréquemment que possible.

Lorsqu'aucune durée de fonctionnement à pleine charge n'est imposée, au point de vue de l'échauffement du moteur, M. Carter admet comme suffisantes les durées de fonctionnement suivantes :

1 heure pour un moteur de 1 ch ;
2 heures pour un moteur de 2 à 3 ch ;
3 heures pour un moteur de 4 à 5 ch ;
4 heures pour un moteur de 7,5 à 10 ch ;
5 heures pour un moteur de 10 à 15 ch ;

bien entendu, à la condition que les enroulements inducteurs et induits aient été préalablement soumis à des essais semblables.

Lorsque l'essai à pleine charge est terminé, il est utile de relever la température des divers organes du moteur. Au cours de l'essai, il convient de relever, au moins de demi-heure en demi-heure, les indications fournies par le voltmètre, par l'ampèremètre, par le tachymètre ou le compteur de tours et, enfin, de surveiller comment se comportent les balais.

A propos de la détermination de la température, l'auteur fait remarquer que le procédé habituel consistant à appliquer le réservoir d'un thermomètre contre les organes du moteur à vérifier, en le recouvrant de coton, de feutre, etc., est absolument défectueux, même si l'on prend la précaution d'envelopper de clinquant le réservoir du thermomètre et de recouvrir ce dernier d'une couche de feutre de dimensions appropriées. Il est en effet presque impossible, lorsque l'on opère sur de petits moteurs, d'obtenir des résultats concordants, même à 5° près, quand on procède à une nouvelle série d'essais en se plaçant exactement dans les mêmes conditions.

Pour déterminer le degré d'échauffement des enroulements, la méthode de calcul fondée sur l'augmentation de la résistance du cuivre donne des résultats bien plus précis, à la condition toutefois que l'on n'exige pas un degré de température identique à celui que l'on peut constater à l'aide d'un thermomètre. Il ne faut pas, en effet, perdre de vue que le thermomètre permet seulement d'apprécier l'augmentation superficielle de température et que la valeur ainsi trouvée est toujours inférieure à celle de l'élévation moyenne de température déterminée d'après l'augmentation de la résistance électrique du cuivre, l'écart entre ces deux modes de détermination variant suivant que la ventilation du moteur est plus ou moins bien assurée. Actuellement les ingénieurs-conseils chargés d'étudier un projet et de rédiger un cahier des charges commencent à prescrire l'emploi de la méthode fondée sur les variations de résistance électrique du cuivre, mais ils ont parfois la malheureuse idée de fixer à 70° le maximum d'échauffement comme avec l'ancienne méthode, ce qui est absurde.

Un essai qu'il convient également de faire est celui de la mesure de la résistance d'isolement des divers organes du moteur par rapport à sa carcasse qui peut être considérée comme constituant une terre. Cette détermination de la résistance d'isolement s'effectue d'une manière très satisfaisante en appliquant entre les différents enroulements et la carcasse une différence de potentiel alternative ayant une valeur double de celle de la tension normale du moteur, avec un minimum de 500 volts. A cet effet, on utilise un petit transformateur disposé de manière à pouvoir faire varier à volonté la tension aussi bien dans le circuit primaire que dans le circuit secondaire ; dans ces conditions, on peut déterminer avec suffisamment de précision la valeur de la tension aux bornes du secondaire en alimentant un certain nombre de lampes à incandescence montées en série et en observant l'éclat du filament.

M. Carter estime que la mesure de la résistance d'isolement au moyen d'un ohmmètre présente peu de garantie, comparée à la précédente, car il est des cas où l'on a constaté que la résistance d'isolement, d'abord mesurée avec l'ohmmètre et jugée suffisante, était en réalité

insuffisante lorsqu'on appliquait une différence de potentiel alternative.

La mesure de la puissance d'un moteur par la méthode déjà ancienne du frein à corde donne d'aussi bons résultats que n'importe quelle autre; mais elle nécessite une installation demandant un certain temps et beaucoup d'attention si l'on veut obtenir des valeurs exactes. Pour éviter cet inconvénient, M. Carter a essayé dernièrement d'utiliser un dynamomètre à air constitué essentiellement par une sorte de ventilateur calibré et fixé directement sur l'arbre du moteur. Les ailettes de ce ventilateur peuvent être réglées, en ce qui concerne leur orientation, de manière à produire un couple variable. D'après les constatations qui ont été faites, le seul inconvénient que présente cet appareil serait que la valeur de la puissance absorbée, exprimée en chevaux, est proportionnelle au cube de la valeur de la vitesse et que, dans ces conditions, il est indispensable que la tension du courant qui alimente le moteur soit absolument constante; si cette condition n'est pas réalisée, il se produit des variations temporaires de vitesse angulaire et, comme la valeur de cette dernière est portée dans les calculs à la troisième puissance, on augmente sensiblement la cause d'erreur due aux petites inexactitudes que comporte toute lecture. Il y a lieu également de faire remarquer que la distance qui existe entre les lames du ventilateur et le parquet, ainsi que la nature de la plateforme qui porte le moteur paraissent exercer une certaine influence sur l'exactitude des résultats. Toutefois cet appareil est d'un emploi très facile et suffisamment précis.

Après avoir développé les considérations qui précèdent sur les essais auxquels doivent être soumis les moteurs à courant continu de faible puissance, M. Carter décrit avec détails l'installation qui a été réalisée dans les ateliers de MM. J.-H. Holmes et Cie et qui est la suivante :

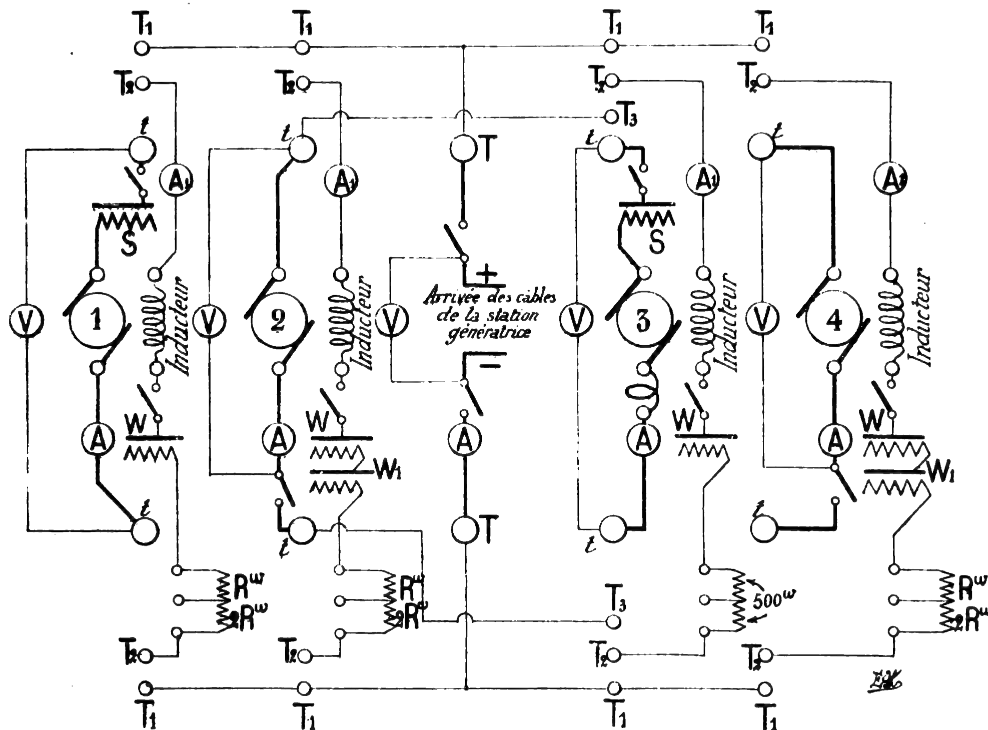


Fig. 1.

Chaque moteur soumis aux essais a son installation spéciale et n'utilise aucun appareil ou instrument commun aux différents moteurs en essai. Le courant nécessaire est fourni par la station génératrice de l'usine et amené à la salle des essais à l'aide d'une seule paire de câbles.

Les deux câbles arrivent à un petit tableau de distribution portant un interrupteur bipolaire principal et quatre coupe-circuits bipolaires reliés d'une part à la canalisation principale et, d'autre part, à un des quatre tableaux affectés chacun à l'essai d'un moteur et portant tous les appareils nécessaires.

Comme on le voit sur le schéma (fig. 1), chacune de ces installations d'essai comporte en 1, 2 et 4 trois inducteurs-types de moteur

de 10 ch, fonctionnant à la vitesse angulaire normale de 1000 à 1100 tours par minute. L'enroulement de ces inducteurs a été établi pour une tension de 110 volts et pour obtenir, lorsqu'il n'y a aucune résistance en série avec lui, le nombre maximum possible d'ampères-tours correspondant aux dimensions des bobines inductrices.

Les deux conducteurs principaux, venant du petit tableau où aboutissent les deux câbles amenant le courant de la station génératrice, sont reliés en + et — au tableau d'essai qui porte un interrupteur bipolaire qui sert à établir la communication avec la paire de bornes T T disposées l'une en haut, l'autre en bas du tableau. Un ampèremètre A est intercalé sur le conducteur reliant le pôle — de l'interrupteur à la borne inférieure T; un voltmètre V est monté en dérivation sur les pôles + et — du même interrupteur. Les deux bornes T T peuvent être reliées respectivement, à l'aide de conducteurs souples munis de fiches, avec l'une quelconque des paires de bornes *t t* disposées à droite et à gauche, en haut et en bas du tableau.

De plus, les deux bornes T T sont reliées chacune à une série de quatre bornes T_1; deux bornes T_3 T_3 sont reliées respectivement aux deux bornes *t t* du panneau portant le numéro 2. Enfin, les bornes T_2 peuvent être reliées chacune, à l'aide d'une agrafe mobile, avec les bornes T_1 qui leur sont verticalement opposées; toutefois les deux bornes T_3 appartenant au panneau n° 3 peuvent à volonté être reliées, toujours à l'aide d'une agrafe mobile, soit avec la borne correspondante T_1 soit avec la borne T_3.

Le moteur à soumettre aux essais est relié au panneau n° 3.

Les induits des moteurs 1 et 3 sont reliés à leurs bornes respectives *t t* par l'intermédiaire d'un interrupteur unipolaire, d'un rhéostat de démarrage S ayant une résistance totale de 50 ohms environ répartie en 12 sections et d'un ampèremètre A.

Les induits des moteurs 2 et 4 sont également reliés à leurs bornes respectives *t t*, mais ce circuit ne comporte pas de rhéostat de démarrage et l'interrupteur se trouve placé sur le conducteur négatif au lieu d'être intercalé sur le conducteur positif comme pour les panneaux 1 et 3.

Un voltmètre V est monté en dérivation sur chacune des paires de bornes *t t*.

Les inducteurs des moteurs 1, 2, 3 et 4 sont reliés à leur paire de bornes T_2; sur le conducteur + est intercalé un ampèremètre A_1 et sur le conducteur négatif, se trouve un interrupteur et un rhéostat W ayant 24 sections de 20 ohms environ de résistance chacune. Sur les panneaux 2 et 4, on a intercalé en plus, à la suite du rhéostat W, un autre rhéostat W_1 comportant 24 sections de 1 ohm chacune, ce qui fait que la résistance totale de W_1 est un peu plus forte qu'une des résistances partielles de W. Grâce à cette disposition, on peut régler très exactement le courant d'excitation sur les panneaux 2 et 4, puisqu'on peut faire varier la résistance intercalée depuis 0 jusqu'à 480 ohms.

Sur le panneau n° 3, affecté au moteur en essai, on a ajouté deux résistances additionnelles d'environ 500 ohms chacune, aboutissant à trois bornes disposées verticalement, l'une au-dessous de l'autre, qui permettent, à l'aide d'une tige de cuivre glissant dans les bornes, de mettre une ou deux de ces résistances en circuit ou en court-circuit. Dans ces conditions, on dispose d'une résistance totale d'environ 1500 ohms que l'on peut intercaler par fractions de 20 ohms dans le circuit en dérivation de l'inducteur du moteur en essai.

Sur les panneaux 1, 2 et 4, on a adopté une disposition analogue à la précédente, avec cette seule différence que les valeurs de chacune des deux résistances sont respectivement égales à R et à 2 R, R étant la valeur de la résistance des bobines inductrices à 110 volts. Les bobines inductrices des moteurs 1, 2 et 4 reçoivent le courant d'excitation par la borne T_2 reliée à la borne T_1, c'est-à-dire par le courant de la station génératrice, quelle que soit cette tension. Il peut arriver, en effet, que le courant fourni par la station génératrice se trouve à une tension autre que 110 volts par suite d'essais s'effectuant dans d'autres parties de l'usine et, dans ce cas, on ne peut procéder aux essais de moteurs qu'avec la tension utilisée à ce moment, c'est-à-dire que le courant d'excitation des inducteurs 1, 2 et 4 peut avoir une tension de 200 à 250 volts ou bien de 400 à 500 volts. Pour pouvoir opérer normalement dans ces conditions, il suffit, lorsque la tension est de 200 à 250 volts, de mettre en circuit le résistance R, en faisant glisser la tige de court-circuit pour rompre la communication avec la borne supérieure; si la tension du courant de la station génératrice est de 400 à 500 volts, il suffit d'enlever complètement la tige de court-circuit pour intercaler une résistance ayant trois fois la valeur de celle de l'inducteur du moteur.

On a également prévu le cas où l'on aurait à essayer simultanément 4 moteurs, c'est-à-dire

le cas où la paire de câbles amenant le courant de la station génératrice aurait à alimenter 4 moteurs de 15 ch. Comme les deux câbles n'ont pas une section suffisante pour supporter l'intensité de courant nécessaire à la tension de 110 volts, pour alimenter les 4 installations, on utilise une tension de 400 à 500 volts et l'on intercale alors les résistances R et 2R pour obtenir la tension de régime de 110 volts

Tous les appareils indiqués sur le diagramme ainsi que les carcasses et les inducteurs reliés aux panneaux 1, 2 et 3 constituent une installation permanente. Les appareils mobiles sont le moteur à essayer relié au panneau n° 3 et les induits des moteurs 1, 2 et 3 que l'on prend comme étalons et que l'on choisit suivant la puissance du moteur mis à l'essai.

Lorsque la tension du courant fourni par la station génératrice est normale, c'est-à-dire égale à 110 volts, le moteur à l'essai est relié au panneau n° 3 et l'on n'a pas à utiliser les panneaux 1 et 2. Dans ces conditions, l'inducteur du moteur en essai est excité à partir de la borne T_1 et le circuit de son induit est relié directement aux bornes *t t* recevant directement le courant de la station génératrice. Les connexions une fois établies, on met le moteur en marche et, à l'aide d'une courroie, on lui fait actionner le moteur du panneau 4 qu'on a muni d'un induit pouvant produire le courant sous la même tension que celle qui alimente le moteur en essai, c'est-à-dire sous 110 volts. Les bornes *t t* du moteur 4 fonctionnant en génératrice, peuvent alors être reliées directement aux bornes T T et lorsque la tension du courant qu'il fournit se trouve réglée par son excitation, il fonctionne en parallèle avec les génératrices de la station. La variation de la charge du moteur en essai est alors simplement une affaire de réglage du courant d'excitation du moteur relié au panneau 4, courant pris à la borne T_1. C'est à ce moment que le rhéostat W_1, dont la résistance peut être réglée ohm par ohm, intervient utilement pour obtenir de petites variations de charge du moteur en essai.

Généralement, la station génératrice ne fournit pas le courant sous la tension normale de 110 volts. Dans ce cas, on alimente le moteur du panneau 1 avec le courant de la station et on l'accouple par courroie avec le moteur du panneau 2, de manière à réaliser un groupe moteur-générateur. Bien entendu, le moteur 2 doit être muni d'un induit pouvant fournir le courant à la tension nécessaire pour alimenter le moteur en essai. L'inducteur de ce dernier est alors excité par le courant pris à la borne T_3, et l'induit est alimenté par le courant du moteur 2 fonctionnant comme génératrice; à cet effet, il suffit de relier, avec des conducteurs munis de fiches, les bornes *t t* inférieures et supérieures des panneaux 2 et 3.

Pour mettre en charge le moteur en essai, on lui fait actionner, comme précédemment, le moteur du panneau 4. Ce dernier peut, soit être couplé en parallèle avec le moteur du panneau 2 fonctionnant comme génératrice, soit contribuer, avec la station génératrice, à alimenter le moteur du panneau n° 1 suivant l'induit dont il est muni et en établissant les connexions convenables.

Lorsque le moteur à l'essai fonctionne à pleine charge et afin de pouvoir déterminer le degré d'échauffement de ses organes, on supprime naturellement toutes les résistances intercalées dans son circuit inducteur; on ne les utilise que lorsqu'on procède aux essais nécessaires pour le réglage de la vitesse angulaire.

Le réglage de la tension, de la vitesse, etc., s'effectue au moyen des résistances placées sur les panneaux 1, 2 et 4. Comme le moteur en essai utilise toujours sa charge, sauf dans un cas spécial qui sera indiqué plus loin, pour actionner le moteur du panneau 4, fonctionnant en parallèle avec une autre génératrice, il n'est point nécessaire d'utiliser une résistance extérieure destinée à absorber l'énergie qu'il développe.

L'installation qui vient d'être décrite répond entièrement à toutes les exigences de la pratique. Grâce à la disposition donnée aux différentes poulies, à l'emploi d'induits interchangeables et à la facilité avec laquelle on peut faire varier l'excitation, on a pu, avec une seule source d'énergie électrique, disposer de toutes tensions désirables pour effectuer les essais les plus complets.

Pour compléter les indications qui précèdent, il est utile de donner quelques détails sur la réalisation pratique de cette installation.

Les moteurs 1, 2, 3 et 4 sont montés sur une solide table en bois, mesurant 3,35 m de longueur et 0,76 m de largeur. Cette table a 0,76 m de hauteur et est supportée, de chaque côté, par quatre pieds, écartés l'un de l'autre de 0,91 m, ce qui fait qu'une paire de pieds se trouve sous chaque moteur. Les pieds sont solidement fixés dans le sol cimenté.

Une rangée de rails de glissement est fixée le long de la table sur chacun des côtés de sa face

supérieure; la table porte également quatre rangées de rails transversaux pouvant glisser sur les rails longitudinaux et être fixés sur eux à l'aide de boulons. Les rails transversaux servent de support aux moteurs.

Les interrupteurs, instruments de mesure et bornes, sont fixés sur le tableau de distribution. Les bornes T, t et T_2 du tableau sont reliées, en permanence, pour plus de facilité dans les manœuvres, à des bornes montées sur la face inférieure de la table. Dans ces conditions, les moteurs 1, 2 et 4 sont toujours reliés au tableau, et les bornes affectées au moteur à essayer sont toujours munies de conducteurs qu'il suffit de fixer aux bornes mêmes du moteur.

Les résistances de démarrage et de réglage sont fixées contre un mur se trouvant à côté du

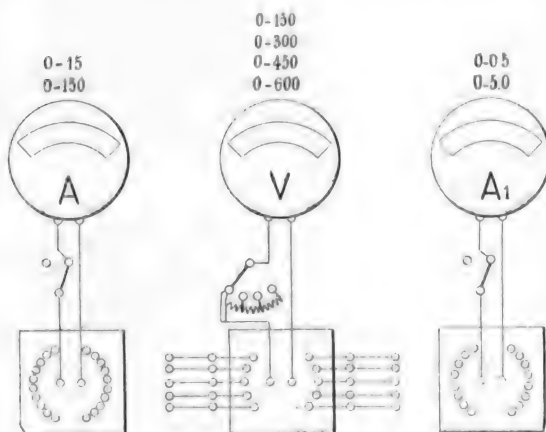


Fig. 2.

tableau, ce qui fait que la face postérieure de ce dernier est absolument libre.

Le dessin schématique (fig. 1) indique l'emploi de 5 voltmètres V, de 5 ampèremètres A et de 4 ampèremètres A_1, mais en réalité trois instruments seulement ont été installés.

Un voltmètre unique à plusieurs sensibilités remplace les 5 voltmètres. Ce voltmètre est à 4 sensibilités (fig. 2) et permet de mesurer des tensions comprises entre 0 et 150, 300, 450 et 500 volts. Un commutateur bipolaire à 5 directions avec coupe-circuits fusibles permet de le relier avec l'un quelconque des 5 points V indiqués sur le schéma.

Les 5 ampèremètres A sont remplacés par 5 shunts reliés à l'ampèremètre A (fig. 2) par l'intermédiaire d'un commutateur bipolaire à 10 directions. Comme on le voit sur la figure 2, un petit interrupteur, placé entre le commutateur et l'ampèremètre, permet de mettre ce dernier hors du circuit. Le commutateur comporte 10 directions parce que chaque point A du schéma est constitué en réalité par 2 shunts montés en série, l'un correspondant à 15 ampères pour toute l'étendue de la graduation et l'autre à 150 ampères.

De même, les 4 ampèremètres A_1 sont remplacés par 2 shunts, l'un pour 5 ampères et l'autre pour 0,5 ampère, reliés à l'ampèremètre A_1 (fig. 2) par un commutateur bipolaire à 8 directions.

Ces instruments de mesure sont étalonnés une fois par mois.

Lorsque la tension du courant fourni par la station génératrice ne diffère que de quelques volts de celle du moteur à essayer, on a tout avantage à utiliser le moteur n° 2, fonctionnant comme génératrice, en le montant en série avec les conducteurs venant de la station, autrement dit en lui faisant remplir le rôle de survolteur-dévolteur. La figure 3 montre comment, dans ce cas, doivent être établies les connexions. L'inducteur du moteur en essai est alors excité en

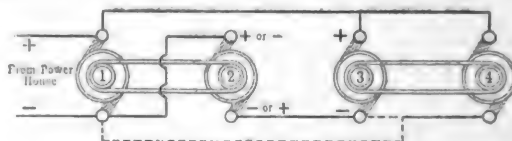


Fig. 3.

prenant le courant sur la borne T_1 du côté positif, et sur la borne T_3 du côté négatif. Le moteur 4, constituant la charge du moteur 3 en essai, fonctionne en génératrice montée en parallèle, soit avec la station, c'est-à-dire avec 1, soit avec 3, comme d'ordinaire. Avec cette dernière disposition, un peu plus économique, on n'a pas à transformer toute l'énergie produite.

La mesure de la résistance électrique des induits et des résistances en série est une opération des plus simples : il suffit d'ouvrir l'interrupteur placé sur le circuit d'excitation de 3 afin d'empêcher l'induit de tourner, puis de faire passer le courant venant de 2 dans l'enroulement induit et les résistances mises en série avec lui, s'il y en a; on opère avec une tension réduite en faisant tourner la génératrice 2 à faible vitesse. La chute de tension observée à l'aide d'un voltmètre permet de calculer immédiatement la valeur de la résistance cherchée.

Pour faire les essais au frein sur des moteurs d'une puissance plus élevée, le moteur 1 ne peut développer une puissance assez grande pour obtenir un fonctionnement normal, attendu que la charge imposée au moteur en essai est

absorbée par le frein au lieu d'être utilisée pour actionner le moteur 4 au moyen d'une courroie, l'énergie produite par ce dernier venant s'ajouter à celle de la station génératrice. Dans ce cas particulier, il est nécessaire d'utiliser les moteurs 1 et 2 d'une autre installation et de coupler en parallèle les deux induits des moteurs 2 fonctionnant comme génératrices, à moins que la station génératrice ne fournisse le courant à une tension plus élevée.

Lorsque l'on procède à l'essai de moteurs à enroulement en série, on n'éprouve de difficulté qu'au moment du démarrage, car il faut maintenir constamment un couple suffisant sur le moteur pour éviter tout emballement. On arrive au résultat voulu en maintenant la tension de 2 très basse au début, en montant 4 en parallèle avec 2 au moment du démarrage et en réglant constamment l'excitation, tout en augmentant graduellement la vitesse en élevant la tension de 2, de manière à conserver assez de courant en 3 pour éviter une vitesse dangereuse.

L'installation peut être utilisée pour essayer des dynamos de faible puissance. La méthode la plus simple à appliquer dans ce cas, consiste à amener le moteur 4 à la place de 3 et à le faire fonctionner comme moteur actionnant la dynamo à essayer qui se trouve reliée aux canalisations principales du panneau 4. Cette manière de procéder évite tout changement dans les conducteurs allant aux ampèremètres. Le courant produit par la dynamo sert à actionner le moteur 3 en montant les deux machines en parallèle et en maintenant la vitesse angulaire normale par le réglage de l'excitation de 3; on règle le courant produit par 4 en agissant également sur son excitation.

Pour absorber le courant produit par les dynamos à basse tension, telles que survolteurs et machines d'électrolyse, on utilise des résistances. C'est le seul cas où il soit nécessaire d'employer des résistances auxiliaires, sauf pourtant lorsqu'on veut procéder à l'essai d'un moteur au point de vue spécial du démarrage à pleine charge. Dans ce dernier cas, on intercale la résistance entre les bornes du moteur 4 qui se trouve alors en charge dès qu'il commence à tourner, car il est excité séparément; par suite, il constitue pour le moteur en essai une charge complète et ne nécessite pas, comme à l'ordinaire, le réglage exact de la tension comme lorsqu'il est nécessaire de le mettre en parallèle avec 1 ou avec 3.

L'installation qui vient d'être décrite n'a pas encore été pratiquement utilisée pour l'essai des moteurs à courant alternatif, mais M. Carter se propose de l'employer en remplaçant les moteurs 1 et 2 par un transformateur alimenté par une canalisation indépendante du tableau à courant continu.

LA FABRICATION DE LA FONTE
AU FOUR ÉLECTRIQUE

On sait que l'intéressante question de la sidérurgie électrothermique peut se diviser en deux grands problèmes exigeant chacun une solution spéciale : la fabrication de l'acier électrique et celle de la fonte électrique.

Alors que le premier est parfaitement résolu aujourd'hui, à tel point que les aciers fins dits « électriques » sont fabriqués couramment par plusieurs aciéries électrothermiques, et concurrencent commercialement avec succès les aciers fins au creuset, le problème de la fabrication de la fonte électrique est encore loin de sa solution.

Pour nous, une telle solution, économiquement satisfaisante, est parfaitement problématique. Nous avons déjà eu l'occasion d'exposer publiquement cette opinion que, tant qu'il existera du minerai riche (celui qu'on exploite uniquement à l'heure actuelle) et de la houille à proximité relative dans une contrée, le haut-fourneau ne pourra jamais être concurrencé par le four électrique.

Dans des cas particuliers, cependant, il pourra être intéressant de tenter l'acclimatation du jeune four électrique, dans l'espoir d'en tirer de bons résultats. Ce sera le cas, notamment, lorsqu'une contrée riche en minerais de fer possédera des chutes d'eau très puissantes, faciles à aménager, et ne disposera pas de houille pour la production du coke indispensable au fonctionnement du haut-fourneau, lorsque, en un mot, l'on pourra espérer produire électriquement les calories nécessaires à la réduction du minerai, de façon plus économique qu'avec le coke.

Ce sera le cas encore d'essayer le four électrique, lorsque le haut-fourneau se déclarera impuissant. C'est le cas, notamment, pour les minerais menus ou en grains qui collent, étouffent le fourneau, pour les minerais arsenicaux, très phosphoreux, ou zincifères qui occasionnent des troubles divers dans la digestion du colosse, ou enfin pour la fabrication des fontes spéciales ou le traitement des minerais réfrac-

taires qui exigent de très hautes températures : fontes au silicium, au titane, etc.

Ces considérations limitent très nettement les conditions d'application du four électrique, mais lui laissent néanmoins un vaste champ d'expérience à explorer. Il ne manque pas en effet, de par le monde, de ces divers cas spéciaux que nous venons d'énumérer. L'épuisement rapide des minerais riches et purs, vers lequel nous nous précipitons, posera forcément, à bref délai, le problème de l'utilisation des minerais pauvres et impurs; la sidérurgie présente d'ailleurs un exemple typique de ce phénomène. Autrefois, il semblait impossible de traiter les minerais phosphoreux; cependant d'énormes gisements de minette, faciles à exploiter, étalaient à proximité du haut-fourneau leur masse tentatrice. Une fois de plus, la nécessité créa l'organe et le procédé Thomas fit son apparition. Nous ne doutons pas un seul instant que, *lorsqu'il le faudra*, on utilisera à leur tour les minerais actuellement méprisés, et nous souhaitons que le four électrique soit l'instrument heureux de cette nouvelle conquête.

En attendant, il est possible de trouver, dès aujourd'hui, des exemples tirés du premier cas. Le Canada, notamment, pays nouveau qui s'éveille à la vie industrielle moderne, doit importer le fer indispensable à son industrie naissante. Possédant en abondance le minerai et la puissance hydraulique, mais pas l'ombre d'un gisement de houille, ce pays constitue un champ d'expérience tout indiqué pour la production de la fonte électrique.

Le gouvernement canadien, auquel il faut rendre hommage pour son esprit d'initiative, envoya (en 1904) une mission en Europe pour l'examen des différentes méthodes électrosidérurgiques appliquées ou expérimentées. Sur rapport favorable de ladite mission, il se décida alors à monter une installation d'essai à Sault-Sainte-Marie (Ontario), où M. Héroult, notre grand électrométallurgiste national, fut appelé à conduire les essais. En février dernier, une dépêche favorable, concernant les résultats atteints, mettait en éveil la curiosité de tous les métallurgistes, qui attendaient avec intérêt la publication des résultats. Un rapport préliminaire vient d'être publié, et c'est ce document éminemment intéressant que nous nous proposons d'analyser.

∴

Le four employé dans les expériences de Sault-Sainte-Marie consiste en une sorte de cuve cylindrique, dont la section verticale rappelle assez le profil classique du haut fourneau, c'est-à-dire deux troncs de cônes de hauteur inégale accolés par leur plus grande base; voici d'ailleurs les dimensions internes du four : diamètre au creuset, 61 cm; diamètre au ventre, 81 cm; diamètre au gueulard, 76 cm; hauteur totale interne, 104 cm.

Le revêtement réfractaire est constitué dans le creuset par une pâte de carbone convenablement pilonnée qui sert également d'électrode; le revêtement du corps du four proprement dit est établi, comme à l'ordinaire, en briques réfractaires.

A l'intérieur de cette capacité cylindrique, constituant le four, vient se placer une électrode mobile constituée par un bloc de carbone de section carrée (40 cm de côté) et d'une hauteur de 1,80 m. Au fur et à mesure de l'usure de l'électrode, celle-ci est descendue verticalement par un système spécial manœuvrable à la main au moyen d'un volant.

Electriquement, le four Héroult se présente donc avec une électrode fixe constituée par la pâte de carbone du creuset, et une électrode mobile venant se placer dans ce creuset. L'énergie électrique était prise sur une des phases d'un alternateur triphasé de 400 kw, 2400 volts, 30 périodes; avant d'arriver au four le voltage était abaissé à 50 volts par un transformateur.

Voilà donc le matériel qui a été employé par Héroult pour effectuer les expériences dont nous allons donner au lecteur un aperçu détaillé.

Une première série d'essais fut faite pour effectuer la « mise au point » du four, c'est-à-dire pour déterminer les formes, dimensions et capacités les plus convenables pour atteindre la meilleure utilisation.

Une seconde série eut pour but de chercher à récupérer l'énergie thermique latente contenue dans le gaz oxyde de carbone provenant de la réduction du minerai. Les gaz de gueulard étant presque uniquement composés de ce produit combustible, il en résultait une grande perte de chaleur qu'on essaya d'utiliser en brûlant ces gaz au moyen d'une injection d'air dans la zone supérieure du four. Malheureusement la température obtenue était trop élevée, la masse devenait pâteuse, descendait mal, l'électrode était brûlée à sa partie supérieure, bref le four n'ayant pas été étudié pour rechercher l'application de cette idée intéressante de récupération, M. Héroult abandonna provisoirement les recherches dans ce sens, et s'en tint

aux deux grands points intéressant le gouvernement canadien :

1°) Fusion de la magnétite; 2° fusion des minerais titanifères.

Traitement de la magnétite. — La magnétite, ou oxyde magnétique de fer, est un excellent minerai de fer que possède en assez grandes quantités le Canada. Ce minéral possède une faible conductibilité électrique, et l'on prévoyait de ce fait certaines difficultés pratiques, notamment augmentation de la résistance inductive du four, mauvaise répartition du courant entre les électrodes par suite de dérivations dans la masse de magnétite, etc. Cependant on ne constata pratiquement aucun trouble de ce chef.

L'agent réducteur employé a été le charbon de bois, broyé en morceaux de 2 cm environ; le Canada ne possède pas de houille et est obligé par conséquent d'importer le coke qui revient très cher; possédant au contraire du bois en abondance et de vastes tourbières, le charbon de bois et le coke de tourbe sont des produits que la métallurgie canadienne doit nécessairement employer. Le charbon de bois employé à Sault-Sainte-Marie était d'assez mauvaise qualité (60 0/0 seulement de carbone fixe), aussi les consommations trouvées sont-elles relativement élevées.

Voici maintenant les meilleurs résultats obtenus, ils se réfèrent à un essai qui dura 65 h. 1/2 de marche continue :

Analyses des matières premières. — Magnétite : 56 0/0 Fe, 6,60 0/0 SiO^2, 1,48 0/0 Al^2O^3, 2,84 0/0 CaO, 5,50 0/0 MgO, 0,016 0/0 Ph, 0,57 0/0 S. — Charbon : 56 0/0 C, 14 0/0 humidité, 2,5 0/0 cendres. — Castine : 92,85 0/0 CO^3Ca, 4,4 0/0 CO^3Mg, 0,004 0/0 Ph, 0,05 0/0 S.

Analyses des produits. — Fonte grise : 3,73 0/0 C, 3, 53 Si, 0,042 S, 0,034 Ph. — Laitier : 33,8 0/0 SiO^2, 10,2 Al^2O^3, 21,79 CaO, 30,5 0/0 MgO, 2,05 S, 0,25 0/0 Fe.

Composition du lit de fusion. — Une charge était constituée par 180 kg de magnétite, 57 kg de charbon de bois, 11 1/2 kg de castine, et 2,7 kg de sable siliceux.

Constantes de l'opération. — Voltage moyen au four : 36,03 volts; intensité moyenne : 4987 ampères; facteur de puissance 0,92; chevaux électriques consommés 221,34; quantité de fonte produite 5440 kg; consommation en cheval-an électrique par tonne de fonte obtenue : 0,276 ou production de fonte par 1000 ch-jours (de 24 h.) : 9,92 tonnes.

Ces données montrent que la production de fonte d'excellente qualité en partant directement du minerai n'a rien d'impossible au point de vue technique, ce dont personne n'a d'ailleurs douté.

Traitement pour fontes spéciales. — Plus intéressante, au point de vue canadien, était l'étude du traitement pour fontes spéciales : fonte nikelifère et fonte titanifère.

Le Canada possède de vastes gisements de pyrrhotites (sulfures de fer) contenant quelques pour cent de nickel; la métallurgie actuelle extrait de ces pyrrhotites, à grand renfort de moyens difficiles et coûteux (la métallurgie du nickel est une des plus compliquées qui existent), le nickel qu'elles renferment; l'industrie du nickel canadien, soit dit entre parenthèses, se développe considérablement et, dans quelques années, le chiffre de production dépassera celui que fournissent nos minerais calédoniens. Cependant, étant donné que le débouché principal du nickel est l'acier au nickel, il est extrêmement séduisant *à priori* de traiter directement la pyrrhotite grillée pour fonte de nickel, laquelle à l'affinage fournira un acier au nickel; on évite ainsi toute la complication de la métallurgie du nickel. Au haut fourneau, le traitement est à peu près impossible; la pyrrhotite, aussi bien grillée soit-elle, renferme toujours une quantité de soufre nuisible; le coke que l'on emploie apporte également du soufre; enfin le produit grillé se trouve forcément en menus morceaux et l'on sait que le minerai en grains est défavorable à la marche du fourneau, il faut procéder à un briquetage coûteux, etc.; bref; pour ces raisons et d'autres encore, la fusion au haut fourneau ne constitue pas une solution pratique.

Au four électrique, au contraire, le traitement pour fonte de nickel paraît devoir donner des résultats satisfaisants. Voici ceux qui ont été obtenus dans différents essais dont la durée en marche continue était de 56 h 1/2 environ :

Analyses des matières premières. — Pyrrhotite grillée : 46 0/0 Fe, 2,23 0/0 Ni, 11 0/0 SiO^2, 3,31 0/0 Al^2O^3, 3,92 CaO, 3,53 0/0 MgO, 1,56 0/0 S, 0,016 Ph. — La composition du charbon de bois et de la castine employés était la même que précédemment.

Analyse des produits. — Fonte de nickel : 3,23 0/0 C, 3,70 0/0 Ni, 4,90 0/0 Si, 0,062 Ph, 0,007 S. — Laitier : 16,44 0/0 SiO^2, 13,86 0/0 Al^2O^3, 53,25 CaO, 8,80 MgO, 5,28 0/0 S, 0,65 0/0 Fe, traces de Ni.

Composition du lit de fusion. — En marche normale, on chargeait 180 kg de pyrrhotite grillée, 50 kg de charbon, 23 kg de castine.

Constantes de l'opération. — Voltage moyen au four, 36 volts; ampères, 5000; facteur de puissance, 0,92; consommation en cheval-an électrique par tonne de fonte obtenue, 0,389 ou production de fonte par 1000 ch-jours (de 24 heures), 7,04 tonnes.

Comme l'on voit, la fonte obtenue est excellente, sauf peut-être un excès de silicium qu'on pourrait d'ailleurs abaisser en augmentant la quantité de castine. Au point de vue économique, on consomme davantage d'énergie et de castine, laquelle remplit l'office de désulfurant; il faut tenir également compte du coût de grillage de la pyrrhotite naturelle, mais étant donné la grande valeur de la fonte de nickel obtenue, il se pourrait néanmoins qu'un tel procédé donnât des résultats commerciaux.

A notre avis, ces résultats sont les plus intéressants parmi ceux qu'a atteints Héroult.

Par contre, il semble avoir échoué ou tout au moins rencontré de sérieuses difficultés dans le traitement des fameux minerais titanifères dont le Canada constitue le plus vaste réservoir dans le monde. Ces minerais, très riches en fer, mais contenant jusqu'à 15 et même 18 0/0 d'acide titanique (oxyde de titane) ne sont pas traitables au haut fourneau. Ils se trouvent d'ailleurs, le plus souvent, sous forme de sables, ce qui est déjà une cause de proscription, mais surtout, le titane étant extrêmement réfractaire, on ne peut atteindre des températures assez élevées pour obtenir des produits suffisamment fluides, nécessaires à la marche régulière du fourneau. On conçoit qu'il soit plus logique de traiter de tels minerais au four électrique, où il est facile d'obtenir des températures extrêmement élevées.

D'autre part, le titane est un agent précieux en sidérurgie; on a reconnu qu'il améliore considérablement la qualité des fontes de moulage. Il est donc également intéressant de chercher à utiliser des minerais titanifères pour la production de fontes de moulage de qualités supérieures.

Malheureusement, les essais tentés par Héroult ne paraissent pas avoir été couronnés de succès. On a bien obtenu une excellente fonte au titane présentant la composition suivante : Carbone, 3,50 0/0; titane, 1,3; silicium, 2,80; phosphore, 0,06; soufre, 0,09, mais le rapport est muet sur la consommation d'énergie, la production, etc. Pour rendre la masse plus fluide, on avait ajouté au calcaire du spath-fluor (poids égaux de chaque). Il est juste de dire que le minerai traité était fortement titanifère (17,8 0/0 TiO^2), ce qui augmentait la difficulté.

Toutefois, la possibilité de la réduction au four électrique ne fait aucun doute, mais le prix de revient doit être très élevé : grande consommation d'énergie, destruction rapide du revêtement réfractaire, etc., tout concourt à relever le coût de production.

Tels sont les résultats qui ont été atteints à Sault-Sainte-Marie. Pour discuter leur intérêt, nous les ferons suivre d'un court commentaire.

*
* *

Des chiffres du rapport, il ressort les caractéristiques essentielles suivantes, qui, étant donné la haute compétence de l'expérimentateur M. Héroult, peuvent être considérées comme le critérium des résultats atteints jusqu'ici.

Energie. — 1000 ch *électriques* (c'est-à-dire sous forme de courant et non pas pris aux turbines) permettent de produire normalement 10 tonnes de fonte par vingt-quatre heures (1). En d'autres termes, pour produire 1 tonne de fonte, il faut dépenser 2400 ch-heure électriques.

Combustible. — Par tonne de fonte, il faut consommer pour la réduction 550 kg de charbon de bois.

Electrodes. — Par tonne de fonte, la consommation d'électrode mobile ressort à 8 kg environ.

D'après ces données, nous estimons que pour atteindre une production de 120 tonnes par vingt-quatre heures, ce qui est à peu près le chiffre de la production moyenne d'un haut-fourneau français, il faudrait procéder à l'érection d'une usine de 15 000 ch.

Or un haut-fourneau de la capacité indiquée, avec tous ses accessoires, peut coûter dans les 1 500 000 fr. Le coût des fours électriques et de leurs accessoires, y compris les ateliers de carbonisation et de fabrication des électrodes, est estimé par M. Héroult à la somme de 1 million en chiffres ronds auquel il faut ajouter le coût d'aménagement de la chute et celui du matériel hydraulique et électrique. Ce coût est essentiellement variable suivant les lieux et les circonstances; on peut l'estimer à 200 fr par

(1) Il est certain que ce chiffre pourra s'accroître par la construction de fours de grande capacité, et l'application de dispositifs pour la récupération de l'oxyde de carbone.

cheval installé, ce qui est une moyenne acceptable. Le coût total de l'installation ressort donc dans ces conditions à 4 millions, soit plus de trois fois le coût du haut-fourneau.

Les charges financières seront donc beaucoup plus lourdes à supporter pour le four électrique que pour le haut-fourneau; on arrive aux mêmes conclusions si l'on compare la somme des coûts de l'énergie électrique, du combustible et du graphite des électrodes dans le cas du four électrique, au coût du vent chaud et du coke dans le cas du haut-fourneau.

En résumé, la fonte électrique, dans les conditions actuelles, est indiscutablement plus chère que la fonte de haut-fourneau, et notre conclusion sera la répétition de l'énoncé que nous exposions au début, à savoir que, à l'inverse de l'acier électrique, la fonte électrique ne peut avoir chance de s'acclimater que dans les pays où le minerai existe, où la houille n'existe pas, où la sidérurgie actuelle est nulle par conséquent, et où l'industrie nationale est obligée d'importer de l'étranger la fonte ou l'acier qui lui sont nécessaires.

J. IZART.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

(Suite) (1)

§ 4. — INDUCTION MUTUELLE.

L'étude des constantes des lignes ne serait pas complète, si nous ne disions pas un mot de l'influence que les conducteurs voisins exercent les uns sur les autres. Cette question a été jusqu'ici peu étudiée; aussi dans l'impossibilité d'en faire un exposé rationnel et complet, nous nous efforcerons de présenter le problème tel qu'il se pose en pratique, et de donner les résultats que quelques recherches personnelles, trop sommaires malheureusement, nous ont permis d'atteindre.

Nature de l'induction mutuelle. — L'induction mutuelle de deux conducteurs parallèles se produit dans deux conditions bien différentes. La première est de nature électrostatique : le voltage s'élevant brusquement sur l'un des conducteurs, par suite de l'établissement du courant, l'autre se charge par capacité mutuelle d'une certaine quantité d'électricité. Le premier conducteur, en effet, forme la face d'un condensateur, dont les corps voisins constituent l'autre face. Le deuxième conducteur fait justement partie de cette deuxième face. Mais il se développe en même temps une action électromagnétique. Le champ magnétique, créé par le passage du courant, induit un courant dans les fils parallèles voisins.

Il est fort intéressant de séparer ces deux actions. Pour y parvenir, il suffit de faire prédominer l'une d'elles. Pour étudier l'action électrostatique, on réduira autant que possible l'intensité du courant; on pourra très bien, par exemple, maintenir isolée une extrémité du fil inducteur. Au contraire, pour l'action électromagnétique, on produira un courant aussi intense que possible, en le maintenant à un potentiel voisin de celui du fil induit, par une dérivation à la terre, par exemple.

Nous avons pu arriver à séparer les deux actions, en opérant sur une ligne souterraine.

Induction électromagnétique. — Nous avons choisi un câble de longueur moyenne, 9 km, et du modèle de ceux qui sont généralement employés pour la télégraphie, isolément au papier, cuivre de 2 mm de diamètre. Quand on ferme le circuit inducteur, on sait que la quantité d'électricité créée dans l'induit est donnée par la formule

$$Q = \frac{MI}{R}$$

Nous avons obtenu les résultats suivants pour deux fils d'une même paire de conducteurs,

$I = 0{,}45$ ampères. $Q = 0{,}125$ microcoulombs.
$R = 8000$ ohms.

On en déduit

$$M = 0{,}25 \times 10^{-3} \text{ henry par kilomètre.}$$

Induction électrostatique. — Pour le même câble, mais avec une longueur de 4,5 km seulement, nous avons trouvé, pour la capacité mutuelle de deux fils de la même paire,

$$C = 0{,}035 \text{ microfarad par kilomètre.}$$

Comparaison entre les deux inductions. — Plaçons-nous dans les conditions ordinaires de la pratique; considérons un conducteur de 10 km, ayant 50 ohms de résistance, parcouru par un courant de 50 milliampères, provenant d'une pile de 100 volts.

Les quantités d'électricité induites seront respectivement les suivantes :

Electromagnétique :

$$Q_m = \frac{MI}{R} = \frac{0{,}25 \times 10^{-3} \times 10 \times 50 \times 10^{-3}}{50} = 2{,}5 \times 10^{-6}$$

Electrostatique :

$$Q_e = CE = 0{,}035 \times 10^{-6} \times 10 \times 100 = 35 \times 10^{-6}$$

On voit combien le phénomène électrostatique est plus important que le phénomène électromagnétique.

(1) Voir l'*Electricien* n° 812, 21 juillet 1906, p. 33; n° 813, 28 juillet, p. 54; n° 814, 4 août, p. 77; n° 819, p. 149; n° 820, p. 168 et n° 821, p. 186.

Pour mieux s'en rendre compte, on peut calculer le voltage moyen de chacun des courants induits. Ces courants sont très courts, ils ne durent guère que quelques cent millièmes de seconde. En leur attribuant 5 cent millième de seconde, on déduit pour l'intensité et le voltage instantanés les valeurs suivantes :

$$I_m = \frac{2.5 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-5}} = 0{,}05 \quad E_m = 0{,}05 \times 50 = 2{,}5 \text{ volts}$$

$$I_e = \frac{35 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-5}} = 0{,}70 \quad E_e = 0{,}70 \times 50 = 35{,}0 \text{ volts}$$

Sur des câbles de plus faible longueur, et entre conducteurs qui ne font pas partie de la même paire, et qui, par conséquent, sont plus éloignés, les phénomènes d'induction seront moins intenses. Mais nous voyons par ces chiffres le rôle prépondérant joué par l'induction électrostatique

Nous avons, d'ailleurs, pu mettre en évidence ce fait par une expérience très démonstrative.

Nous avons constaté, sur un câble de 20 km de

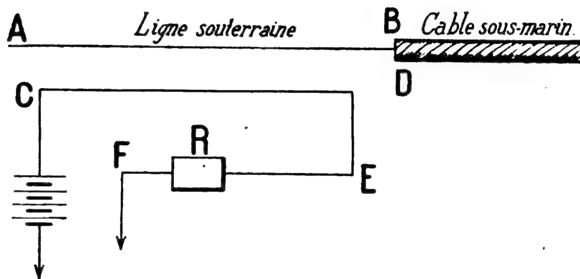


Fig. 21.

longueur, relié à un câble sous-marin que la transmission sous-marine était gravement troublée, quand on transmettait sur un conducteur quelconque de la ligne souterraine. Nous avons alors relié l'inducteur CD à un fil aérien EF qui le ramenait au point de départ, avec une pile d'une trentaine de volts, nous ne constations aucune action, mais dès qu'on introduisait une résistance R en F, l'induction se manifestait et elle devenait de plus en plus sensible à mesure que R croissait. Ceci prouve bien que le phénomène n'était pas électromagnétique, puisque l'induction augmentait à mesure que le courant diminuait, mais il était bien électrostatique, car il augmentait quand la présence de la résistance élevait le voltage sur l'inducteur.

Lignes aériennes. — Il serait très intéressant de faire une étude analogue sur les lignes aériennes. Nous n'en avons pas eu le loisir. Nous ne connaissons qu'un nombre qui a été déterminé par M. Guillot et qui est de 3 millihenrys par km pour l'induction mutuelle. Ce nombre a été déterminé sur des lignes mixtes composées de parties aériennes et de parties souterraines, et la séparation n'a pas été faite entre la partie électrostatique et la partie électromagnétique, de sorte que nous ne nous y arrêterons pas.

Courants d'induction. — Quelle va être l'influence de ces phénomènes d'induction sur les transmissions télégraphiques? Les forces électromotrices, que nous avons calculées, ont une durée très courte. Les courants qu'elles engendrent ont un effet surtout local, car ils sont vite affaiblis par leur propagation sur la ligne Supposons, par exemple, une force é. m. de 40 volts agissant pendant un dix-millième de seconde sur une ligne de 2000 ohms. L'intensité du courant qui se manifestera à l'arrivée sera de

$$\frac{40}{2000 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^{-6} \text{ ampères}$$

tandis que le courant de la pile de transmission, si elle a le même voltage, sera de

$$\frac{40}{2000} = 20 \times 10^{-3} \text{ ampères}$$

soit 10 000 fois plus fort.

Les courants induits vers l'extrémité d'une ligne ne troubleront donc pas la réception à l'autre extrémité. Mais ils pourront gravement troubler la réception de l'extrémité vers laquelle ils prennent naissance.

Supposons qu'il s'agisse, comme c'est le cas à Paris, d'une ligne débutant par une section souterraine d'assez grande longueur. Pour cette section, la capacité est grande, la résistance faible. C'est le contraire pour la ligne aérienne. S'il y a induction au départ, la partie souterraine se chargera très vite et formera la partie essentielle du phénomène. Si la ligne souterraine a 10 km, la constante CR est égale à 3,5 cent millième de seconde, sa charge sera complète, comme nous l'avons supposé plus haut, au bout de 5 cent millième de seconde : il circulera donc un courant, très court il est vrai, mais très intense vers l'extrémité du départ; ce courant sera considérable, voisin de 1 ampère, dans certains cas, et gênera la réception. Mais nous n'avons pas tenu compte du récepteur. Ce dernier qui possède une self-induction notable L, va former avec sa résistance, celle de la ligne et la capacité de cette dernière un circuit oscillant. Nous avons vu que l'intensité y est donnée par la formule

$$I = E\sqrt{\frac{C}{L}}\, e^{-\frac{\delta}{2}}$$

Soit pour E = 40 volts, et un récepteur Baudot L = 2 un courant de 16 milliampères environ, dont la durée sera de 1,5 millième de seconde.

Rôle du récepteur. — Le récepteur aura donc comme effet de modifier profondément le courant induit. Il l'étalera, c'est-à-dire, augmentera considérablement sa durée en diminuant son intensité. Il le rendra beaucoup moins gênant. Le chiffre de 16 milliampères est un maximum qui sera bien rarement atteint En général, une valeur de 8 à 10 milliampères ne sera pas dépassée.

Si nous employons des récepteurs à self-induction beaucoup plus forte, comme le Morse, le courant devra être notablement réduit, à cause de la self et de la résistance de cet organe C'est bien ce que l'expérience confirme. Quand on embroche un oscillographe sur une ligne soumise à l'induction de conducteurs voisins, on constate, quand elle est reliée directement à la terre, sans l'interposition d'aucun appareil, des courants d'induction très rapides et très intenses. L'intercalation d'un Baudot réduit ces courants à quelques milliampères, un Morse les fait disparaître à peu près complètement, ou plus exactement, les réduit à une valeur inférieure à 1 milliampère et ne leur permet plus d'être décelés par l'oscillographe.

On comprend dès lors pourquoi le Baudot, comme tous les appareils dont la self-induction et la résistance sont faibles, doivent faire usage pour la transmission du courant de repos, c'est-à-dire ne jamais laisser la ligne à l'état neutre. C'est qu'en effet, il circule ainsi sur la ligne un courant soit de travail, soit de repos, qui est toujours supérieur aux courants d'induction et ne permet pas à ces derniers d'agir intempestivement sur le récepteur, de le faire *dérailler*.

Le Morse, au contraire, grâce à sa self, demeure insensible à ces courants, et n'exige pour fonctionner qu'un courant de travail.

Conclusion. — Les courants induits ne sont pas les seuls qui peuvent venir troubler les transmissions. Les courants parasites, dérivés par les prises de terre, jouent bien aussi un certain rôle, mais nous rappellerons que leur voltage est généralement peu élevé et que, par conséquent, leurs effets sont négligeables devant les courants d'induction. Ces derniers ont une action surtout locale et se font particulièrement sentir vers les extrémités des lignes, principalement quand celles-ci sont constituées par une section souterraine de quelque longueur, car ils sont surtout de nature électrostatique. Mais la présence d'un récepteur est fort utile, car il diminue beaucoup leur intensité et même, dans le cas d'appareils à forte self-induction et à grande résistance, comme le Hughes et le Morse, il les rend pratiquement insensibles et, par conséquent, inoffensifs.

(*A suivre.*) DEVAUX-CHARBONNEL.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE [1]

Appareillage.

367 052. — Stout. — Coupe-circuit électrique (21 mai 1906).

367 110. — König. — Coupe-circuit à fil fusible (12 juin 1906).

Eclairage et Lampes.

366 982. — Barrollier. — Distributeur pour la création du vide et la fermeture des lampes (8 juin 1906.)

367 009. — Consortium für Elektrochemische Industrie. — Corps lumineux en tungstène pour lampes (9 juin 1906).

367 023. — Harrisson. — Lampe à mercure (9 juin 1906).

367 033. — Deutsche Gasglühlicht (Auergeselschaft). — Fabrication de corps éclairants métalliques (9 juin 1906).

368 045. — Consortium für Elektrochemische Industrie. — Corps à incandescences pour lampes (11 juin 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

367 067. — The Reason Manufacturing C°. — Cathode (12 juin 1906).

367 048. — Del Meglio, Mariani et Colombani. — Electrolyseur de vapeur surchauffée (5 mars 1906).

Electrothermie.

366 981. — Cornelius et Fehn. — Fours réfractaires (8 juin 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

367 087. — The Alfater Variable Speed Motor. — Machine électrique à pôles auxiliaires (11 avril 1906).

Télégraphie.

367 028. — Kitsée. — Transmission par câble sous-marin (9 juin 1906).

367 030. — Branly et Laurent. — Radioconducteur pour télégraphie sans fil (9 juin 1906).

Téléphonie.

367 014. — Turner. — Système téléphonique (9 juin 1906).

367 027. — Grimm. — Protecteur antiseptique pour téléphones (9 juin 1906).

367 053. — Jochen von Nathusius. — Aimant pour téléphone (11 juin 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

VILLES ET LOCALITÉS

DANS LESQUELLES EXISTE UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (1)

Première circonscription.

3e *Subdivision : Ardennes, Marne, Meurthe-et-Moselle.*

ABRÉVIATIONS :

C = Courant continu.
A = Courant alternatif simple.
A D = Courants alternatifs diphasés.
A T = Courants alternatifs triphasés.
D = Système de distribution (la tension indiquée pour les canalisations à trois fils est celle qui existe entre les fils extrêmes).
F M = Force motrice.

ARDENNES

Apremont (629 hab.). — Alimenté par l'usine de Châtel-Chéhery.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 819, 8 sept. 1906, p. 155; n° 820, 15 sept., p. 171; n° 821, 22 sept., p. 190.

Asfeld-la-Ville (950 hab.). — Alimenté par l'usine de Pontgivart (Marne).

Attigny (1723 hab.). *M. Canon.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : vapeur.
MM Rabany, Leclerc et Naulré. — C — D : 2 fils, 120 volts — FM : gaz pauvre.

Autrecourt et Pourron (567 hab.). — *M. Landart.* — C — D : 2 fils, 65 volts. — FM : hydraulique.

Avaux (806 hab.). — Alimenté par l'usine de Pontgivart (Marne).

Boutancourt (479 hab.). — *M. Henny fils.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique.

Brienne (261 hab.). — Alimenté par l'usine de Pontgivart (Marne).

Carignan (2164 hab.). — *Société anonyme locale* — C — D : 2 fils, 125 volts. — Accumulateurs. — FM : gaz pauvre.

Charleville (18 772 hab.). — *Compagnie des tramways.* — C — D : 2 fils, 550 volts. — FM : vapeur.
Cette usine alimente Mézières.

Château-Porcien (1237 hab.). — *M. Fossez-Brioux.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique et vapeur.

Châtel-Chéhery (510 hab.). — *M. Génot* — A, 50 périodes. — D : 6000 volts au primaire, 120 volts au secondaire — FM : hydraulique.
Cette usine alimente :
Apremont,
Fléville,
Grandpré,
Saint-Juvin,
Varennes (Meuse).

Chesne (le) (1526 hab.). — *M. Colas.* — A, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 120 volts au secondaire — FM : hydraulique.

Condé-les-Vouziers (1136 hab.). — Alimenté par l'usine de Vouziers.

Fléville (396 hab.). — Alimenté par l'usine de Châtel-Chéhery.

Flize (654 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : vapeur.

Grandpré (1052 hab.). — Alimenté par l'usine de Châtel Chéhery.

Haybes sur Meuse (2021 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : moteur à essence.

Labobbe (648 hab.). — Alimenté par l'usine de Moulin-Blanc.

Moulin-Blanc (commune de Labobbe). — *Société Hardy, Lebègue.* — AT : 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 125 volts au secondaire. FM : hydraulique.
Cette usine alimente :
Labobbe,
Neuville les Wasigny,
Wasigny.

Neufmanil (1535 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : hydraulique.

Neuville-les-Wassigny (323 hab.). — Alimenté par l'usine de Moulin-Blanc.

Nouzon (7795 hab.). — *M. Deplanque.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : gaz.

Poilcourt (230 hab.). — Alimenté par l'usine de Pontgivart (Marne).

Rethel (6434 hab.). — *Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — A, 82 périodes. — D : 2400 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : hydraulique.

Saint-Juvin (349 hab.). — Alimenté par l'usine de Châtel-Chéhery.

Saulces Champenoise (450 hab.). *M. Baudet.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : hydraulique.

Sedan (19349 hab.). — *Société générale de traction.* — C — D : 2 fils, 550 volts. — FM : vapeur.

Senuc (486 hab.). — *Société lorraine d'éclairage et de force par l'électricité.* — AT, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente Termes.

Signy-l'Abbaye (2383 hab.). — *M. Chapuis.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique

Signy-le-Petit (1933 hab.). — *M. Tourolle.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : vapeur.

Termes (474 hab.). — Alimenté par la station de Senuc.

Tourteron (506 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 65 volts. — FM : hydraulique.

Vouziers (3669 hab.). — *M. J. Simon.* — C — D : 2 fils, 250 volts — FM : hydraulique et gaz pauvre.
Cette usine alimente : **Condé-les-Vouziers.**

Vieux-les-Asfeld (267 hab.). — Alimenté par l'usine de Pontgivart (Marne).

Wasigny (589 hab.). — Alimenté par l'usine de Moulin-Blanc.

MARNE

Bettancourt-la-Longue (254 hab.). — *M. Pigny.* AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 120 au secondaire. — FM : hydraulique.
Cette usine alimente :
Charmont,
Rancourt (Meuse),
Revigny-sur-l'Ornain (Meuse).

Châlons-sur-Marne (26 630 hab.). *Société des tramways.* — C — D : 2 fils, 550 volts. — FM : vapeur.

Charmont (711 hab.). — Alimenté par l'usine de Bettancourt.

Cheminon (1016 hab.). — Alimenté par l'usine de Pargny-sur-Saulx.

Cramant (1000 hab.). — Alimenté par l'usine de Vertus.

Epernay (29 631 hab.). — *Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.

Etrépy (268 hab.). — *M. Jacquin.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : hydraulique.

Fère (la) Champenoise (2211 hab.). — *Société fertonne d'éclairage électrique.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique et vapeur.

Fismes (3343 hab.). — *M. Hublot-Wiard.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : vapeur.

Heiltz-le-Maurupt (690 hab.). — *M. Lescuyer.* — A, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts, au secondaire. — FM : hydraulique.

Heiltz l'Evêque (274 hab.). — *M. Sibille.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : hydraulique.

Jussecourt-Minecourt (358 hab.). — *M. Andruet.* C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : hydraulique.

Maurupt-le-Montois (703 hab.). — Alimenté par l'usine de Pargny-sur-Saulx.

Mesnil (le) sur-Oger (1600 hab.). — Alimenté par l'usine de Vertus.

Montchenot (200 hab.). — Alimenté par l'usine de Rilly.

Montmirail (2313 hab.). — *M. Frachebois.* — C — D : 2 fils, 180 volts. — Accumulateurs. — FM : hydraulique.

Oger (800 hab.). — Alimenté par l'usine de Vertus.

Pargny-sur-Saulx (695 hab.). — *M. P. Leroy* — AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : vapeur.
Cette usine alimente :
Cheminon.
Maurupt-le-Montois.
Vanault-le-Châtel.
Vanault-les-Dames.

Pierry (1197 hab.). — Alimenté par l'usine d'Epernay.

Pontgivart (273 hab.). — *MM. Monin et Ringuier.* — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Asfeld-la-Ville (Ardennes).
Avaux (Ardennes).
Brienne (Ardennes).
Evergnicourt (Aisne).
Neufchatel-sur-Aisne (Aisne).
Orainville (Aisne).
Poilcourt (Ardennes).
Signicourt (Aisne).
Vieux-les-Asfeld (Ardennes).

Reims (108 385 hab.). — *Société anonyme du gaz.* — C — D : 3 fils, 440 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.

Rilly-la-Montagne (1120 hab.). — *Société anonyme du gaz.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : gaz.
Cette usine alimente Villers-Allerand.

Saint-Hilaire-le-Grand (497 hab.). — *MM. Montchenot, Lemoine et Jacob.* — C — D : 2 fils, 190 volts — FM : hydraulique.

Saint-Martin (259 hab.). — Alimenté par l'usine de Songy.

Sermaize-les-Bains (2553 hab.). — Alimenté par l'usine d'Andernay (Meuse).

Sogny-en-l'Angle (155 hab.). — *M. Laurent* — Alimenté par l'usine de Pargny-sur-Saulx.

Songy (360 hab.). — *MM Périn et fils.* — C — D : 3 fils, 240 volts. — FM : hydraulique.
Cette usine alimente Saint-Martin.

Tours-sur-Marne (952 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique et vapeur.

Vanault-le-Châtel (452 hab.). — *M. Laurent.* Alimenté par l'usine de Pargny-sur-Saulx.

Vanault-les-Dames (462 hab.). — *M. Laurent.* Alimenté par l'usine de Pargny-sur-Saulx.

Verneuil (1191 hab.). — *M. Bart.* — C — D : 2 fils, 200 volts. — FM : hydraulique.

Vertus (3200 hab.). — *M. Mathieu.* — AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 115 volts au secondaire. — FM : vapeur.
Cette usine alimente :
Cramant,
Mesnil-sur-Oger.
Oger.

Verzenay (2130 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : gaz pauvre.

Verzy (1470 hab.). — *M. Legay.* — C — D : 3 fils, 230 volts. — Accumulateurs. — FM : gaz pauvre.

Vienne-le-Château (1344 hab.). — *M Combault.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : hydraulique.

Ville-sur-Tourbe (475 hab.). — *M. Vassel.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : hydraulique.

Villers-Allerand (655 hab.). — Alimenté par l'usine de Rilly-la-Montagne.

Vitry-en-Perthois (715 hab.). — *MM. Vinciennes frères* — C — D : 3 fils : 230 volts. — FM : hydraulique et vapeur.

MEURTHE-ET-MOSELLE

Arnaville (697 hab.). — *M. J. Hennequin.* — C — D : 2 fils, 110 volts.

Bayon (1251 hab.). — *M. Febvrel-Mergant.* — C — D : 2 fils, 250 volts.

Bayonville (409 hab.) — *M. A. Lemoine.* — C — D : 2 fils, 110 volts.

Bouxières-aux-Dames (883 hab.). — Alimenté par l'usine de Millery.

Ceintrey (624 hab.). — *MM. Henrion et Terlin.* — C — D : 2 fils, 110 volts.

Champigneulles (3088 hab.). — Alimenté par l'usine de Millery.

Cons-la-Grandville (477 hab.). — *M. de Lambertye.* — C — D : 2 fils, 240 volts. — FM : hydraulique et vapeur.

Custines (1047 hab.). — Alimenté par l'usine de Millery.

Einville (1357 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 240 volts. — Alimenté par l'usine des Salines de Saint-Laurent.

Essey-les-Nancy (930 hab.). — Alimenté par l'usine de Nancy.

Frouard (2770 hab.). — Alimenté par l'usine de Millery.

Gerbéviller (1590 hab.). — Alimenté par l'usine de Vallois.

Gondreville (1238 hab.). — *M. Mercier.* — C — D : 3 fils, 230 volts. — FM : hydraulique.

Lay Saint-Christophe (1019 hab.). — Alimenté par l'usine de Millery.

Liverdun (1636 hab.). — *Société anonyme des glutenneries françaises.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : hydraulique.

Longuyon (3350 hab.). — *M. Brézol.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique et vapeur.

Longwy (9235 hab.). — *Société anonyme locale.* C — D : 3 fils, 250 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.

Lunéville (23269 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 3 fils, 250 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz.

Magnières (500 hab). — Alimenté par l'usine de Vallois.

Marbache (1223 hab). — Alimenté par l'usine de Millery.

Maxéville (2366 hab.). — Alimenté par l'usine de Nancy.

Millery (535 hab.). — *MM Marcel Vilgrain et Cie.* — A T, 50 périodes. — D : 6000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : vapeur.
Cette usine alimente :
Bouxières-aux-Dames,
Champigneulles,
Custines,
Frouard,
Lay Saint-Christophe,
Marbache,
Pompey.

Moutiers (341 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 2 fils, 120 volts. — FM : hydraulique.

Moyen (900 hab.). — Alimenté par l'usine de Vallois.

Nancy (102559 hab). — *Compagnie générale d'électricité.* — C—D : 3 fils, 440 volts. — FM : vapeur.
Cette usine alimente :
Essey-les-Nancy,
Maxéville,
Saint-Max,
Tomblaine.

Neuves-Maisons (1456 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 3 fils, 250 volts.

Nomeny (1343 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 2 fils, 120 volts. — FM : hydraulique.

Pagny-sur-Moselle (1888 hab.). — *M. F. Henrion.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique.

Pompey (3156 hab). — Alimenté par l'usine de Millery.

Pont-à-Mousson (12847 hab.). — *Société anonyme d'électricité de Pont-à-Mousson.* — C—D : 2 fils, 110 volts.

Saint-Max (2058 hab.). — Alimenté par l'usine de Nancy.

Saulnes (2122 hab.). — *MM. Raty et Cie.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : vapeur.

Thiancourt (1231 hab.). — *M. J. Parmentier.* — C—D : 3 fils, 220 volts.

Tomblaine (1240 hab.). — Alimenté par l'usine de Nancy.

Tonnoy (575 hab.). — *M. Bertier.* — C—D : 3 fils, 440 volts. — FM : hydraulique.

Toul (12287 hab.). — *Société centrale d'électricité.* — C—D : 2 fils, 120 volts. — FM : vapeur.

Vallois (273 hab.). — *M. Didelot.* — AT, 50 périodes. — D : 3600 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Gerbéviller,
Magnières,
Moyen.

CHRONIQUE

Un câble pour courants industriels sous 100 000 volts.

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* cite, parmi les curiosités de l'exposition actuelle de Milan, un câble construit par la maison italienne Pirelli et Cie et destiné à transporter des courants industriels sous une tension de 100 000 volts. Ce câble serait capable de supporter des tensions s'élevant jusqu'à 300 000 volts. Dans sa construction, l'on a suivi les théories de MM. O'Gorman et E. Jona, suivant lesquelles il y a lieu d'établir une gradation des constantes de capacité spécifique présentées par les différentes couches isolantes, en sorte que la couche la plus proche du conducteur possède une constante de capacité aussi élevée que possible. Les diverses couches isolantes, au fur et à mesure qu'elles se rapprochent davantage de la surface extérieure, se trouvent graduées de manière que la constante de capacité soit toujours plus faible. C'est d'après ce principe également qu'avait été établi le câble pour 50 000 volts que les mêmes constructeurs ont fait figurer à l'exposition de Saint-Louis. L'âme du câble de Milan est formée de 19 fils de cuivre, chacun de 3,3 mm, toronnés ensemble, ce qui donne une section totale de cuivre de 162 mm². Sur ce toron, l'on a appliqué une gaine en plomb suffisamment épaisse pour que le conducteur présente une surface cylindrique de 18 mm de diamètre. Grâce à cette disposition, la charge statique de la couche isolante se trouverait diminuée de 10 0/0, cette couche isolante étant appliquée sur une surface absolument uniforme. Au-dessus de la gaine de plomb, l'on rencontre tout d'abord une couche de caoutchouc épaisse de 2,5 mm et présentant une constante de capacité de 6,1 ; ensuite viennent une deuxième et une troisième couche de caoutchouc, épaisses de 2,3 et 4 5 mm et présentant respectivement des constantes de capacité de 4,7 et 4,2 ; puis c'est une couche de papier imbibé de 5,2 mm d'épaisseur, ayant 4 comme constante de capacité. Enfin le câble porte un enroulement de chanvre sur lequel on a appliqué une gaine de plomb. L'épaisseur totale des matières isolantes s'élève à 14,5 mm, et le diamètre du tout, la gaine extérieure de plomb comprise, mesure 60 mm.

G.

La traction électrique en Saxe.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* annonce que, en Saxe également, on doit commencer cette année même, sur le chemin de fer de plein exercice Limbach-Waldenburg-Gœssnitz, les travaux d'aménagement nécessaires pour l'introduction de la traction électrique, laquelle sera assurée par du courant alternatif monophasé sous 5500 volts. Le service sera fait par une compagnie par actions qui doit en outre exploiter, en employant le même mode de traction et la même forme de courant, le chemin de fer à voie étroite Hohenstein-Ernstthal-Gersdorff-Oelsnitz. Ce dernier chemin de fer sera ouvert au service électrique, en partie du moins, dans le cours du printemps prochain. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 828 6 Octobre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

LA VISION A DISTANCE

PAR TÉLÉPHONE

La vision à distance par téléphone serait un fait accompli, s'il faut en croire ce que nous communique notre correspondant américain. Nous donnons cette nouvelle sous toutes réserves et nous nous bornerons simplement à reproduire fidèlement sa communication. (N. D. L. R.).

De nombreux savants et ingénieurs électriciens, aussi bien en Amérique qu'en Europe, ont essayé avec plus ou moins de succès, de résoudre le problème de la vision à distance.

Un inventeur américain a, paraît-il, obtenu la solution du problème à l'aide d'un appareil qui permet de transmettre simultanément l'image de celui qui parle au téléphone et aussi les paroles qu'il prononce, les deux postes en correspondance étant reliés à la manière ordinaire par des fils conducteurs et munis d'appareils fondés sur le même principe que les téléphones usuels.

La photographie reproduite ci-dessous montre l'aspect extérieur de l'appareil auquel l'inventeur a donné le nom de « Télévue ». L'*American Televue C°* de San Diego (Californie) exploite l'invention due à M. J. B. Fowler de Portland (Orégon).



Appareil de « Télévue ».

Nous ne pouvons actuellement que donner l'aspect extérieur de cet appareil, car les détails de construction et de fonctionnement sont, paraît-il, si simples qu'ils ne pourraient être publiés sans inconvénient tant que des brevets n'ont pas protégé les revendications de l'inventeur.

M. Fowler affirme que des expériences publiques ont été effectuées avec succès à Portland, expériences qui ont prouvé qu'à la distance d'un mille et plus, on pouvait non seulement échanger des conversations téléphoniques, mais, de plus, que les deux correspondants pouvaient

voir leurs images respectives avec leurs couleurs naturelles.

On a remarqué, lors de ces expériences publiques, qu'il était nécessaire de disposer d'une ligne à quatre conducteurs en cuivre, mais l'inventeur espère d'ici peu pouvoir réduire le nombre de conducteurs à deux.

On sait également que l'installation comporte un certain nombre de bobines d'induction et des batteries de piles supplémentaires, indépendamment du matériel ordinaire qu'exige toute installation téléphonique usuelle.

La lentille de transmission, utilisée dans le « Télévue », a une certaine analogie avec les objectifs photographiques et l'inventeur lui a donné le nom de *disque de transmission*, puisqu'il sert à reproduire à distance l'image de la personne ou de l'objet qui se trouve placé devant lui.

Cette lentille de transmission a 152 mm de diamètre, tandis que la plaque qui reçoit l'image à la station correspondante a seulement 43 mm de diamètre. L'inventeur affirme que les images reçues sur le « Télévue » peuvent être agrandies par les procédés ordinaires et reçues sur un écran.

Il est certain que cet appareil trouverait un accueil très favorable auprès du public et la preuve en est que beaucoup d'inventeurs ont cherché la solution du problème de la vision à distance.

La question se pose de savoir si l'invention de M. Fowler est bien réelle, car on ne possède que peu de renseignements sur l'appareil et la Compagnie exploitante semble actuellement ne vendre ses actions qu'à des personnes ayant en elle une confiance aveugle.

Si cette invention et les résultats indiqués plus haut sont bien exacts, il y aurait grand intérêt à publier les connexions électriques de l'appareil ainsi que les dessins de construction et tous les constructeurs électriciens seraient heureux de posséder une description aussi complète que possible du « Télévue ». Ce serait le véritable moyen d'inspirer confiance au public et d'assurer le succès de cette invention qui solutionnerait simultanément le très intéressant problème de la vision et de la conversation téléphonique à distance.

Franck C. Perkins.



APERÇU SUR LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES MINIÈRES AUX DIVERSES FRÉQUENCES

L'examen du régime futur de la distribution d'énergie électrique dans les grandes applications industrielles a remis à l'ordre du jour la discussion de la fréquence à adopter.

On sait que la fréquence représente le nombre de périodes du courant « triphasé » qui constitue la base de toute installation électrique minière. La fréquence est habituellement définie en prenant pour unité de temps la seconde et jusqu'ici, elle a généralement été de l'ordre de grandeur de 50 pour la plupart des installations faites dans ces cinq dernières années.

Lorsqu'une station centrale est établie pour une fréquence déterminée, les vitesses angulaires de tous les moteurs branchés sur le réseau sont directement liées à sa valeur et les différentes « vitesses types » que l'on peut obtenir par les dispositifs de construction sont des multiples inverses du nombre de pôles de ces moteurs. Le constructeur doit observer certaines règles qui limitent la multiplicité des pôles pour ne pas compromettre les qualités requises de rendement, de facteur de puissance et de réalisation pratique. On conçoit donc que la fréquence ne soit pas indifférente selon la vitesse et le travail demandés aux moteurs; on conçoit encore que si la vitesse demandée est très faible et la fréquence élevée, on soit conduit à un nombre de pôles rendant la construction fort difficile, sinon impossible.

Il est, par conséquent, permis de se demander si la fréquence 50 est bien appropriée au service minier.

Sans doute, cette question a déjà été débattue, mais, depuis lors, les facteurs intervenant dans la discussion ont acquis une portée pratique plus immédiate et si, dans la majorité des exemples existants, la fréquence 50 a été maintenue, on ne peut en tirer de conclusion générale ni s'abstenir de reprendre l'examen de la question à mesure que des progrès nouveaux se font jour. Son importance est d'autant plus grande qu'une transformation de la fréquence, au moment de l'extension d'une installation existante, entraîne des sacrifices dont l'importance peut faire perdre une partie des avantages du développement rationnel de l'installation.

Dans d'autres domaines des applications de l'électricité, l'on retrouve cette préoccupation du choix de la fréquence, pour des raisons peut-être différentes, mais qui n'en présentent pas moins un certain intérêt, parce qu'elles existent également en partie dans les mines, là précisément où, dans bien des cas, d'autres raisons viennent encore les renforcer.

M. Blondel, dans une communication récente faite à la Société internationale des électriciens de Paris, s'exprime comme suit à propos des distributions d'énergie électrique :

« En définitive, pour toutes les installations *nouvelles*, les fréquences-types devraient être non pas 25 et 50, comme on l'admet aujourd'hui, mais 33 et 50. Il y a déjà, du reste, aux Etats-Unis, quelques exemples d'installations à 33 périodes. »

Cette conclusion vise les réseaux desservant des applications très diverses et nous croyons qu'elle est également applicable au cas général des installations minières; ceci ne veut pas dire qu'une solution devrait être entièrement généralisée soit pour la fréquence 33, soit pour la fréquence 50; bien au contraire, dans des cas spéciaux, la fréquence 50 conviendra mieux, et pour d'autres, la fréquence 33; mais tout en reconnaissant que chacun de ces cas doit faire l'objet d'une étude particulière, il n'en est pas moins intéressant d'examiner si, à la veille d'un nouvel et grand essor de l'emploi de l'énergie électrique dans les mines, des solutions présentant un caractère général peuvent être recommandées, quitte à s'en écarter quand il le faudra absolument. Encore faudra-t-il réagir contre l'emploi de fréquences intermédiaires qui compliquent les installations, car si chaque mine adoptait une fréquence spéciale, elle ne trouverait plus à s'approvisionner rapidement et c'est peut-être là l'unique raison qui a fait jusqu'ici conserver la fréquence 50, parce que les constructeurs en avaient pris l'habitude.

Sans doute aussi, ne peut-on faire « table rase » de tout ce qui existe dans les exploitations minières et décider du jour au lendemain que l'on ne fera plus d'installations à 50 périodes, mais encore faut-il savoir aussi, à un moment donné, cesser de suivre d'anciens errements lorsque de nouveaux progrès le commandent.

C'est ce que nous allons chercher à déterminer.

Nous avons rappelé plus haut la relation entre les vitesses des moteurs et la fréquence dont dépend le nombre de pôles. Pour les vitesses comprises entre 150 et 1500 tours par minute, la multiplicité des pôles ne crée pas de difficultés pratiques de construction à la fréquence 50, et c'est jusque dans ces dernières années entre ces limites que restaient les besoins de la pratique; d'autre part, l'habitude de brancher l'éclairage sur le réseau de transport de force justifiait la fréquence 50, en dessous de laquelle on admettait que l'éclairage devenait défectueux.

Ces conditions tendent à se modifier très sensiblement.

A mesure que les installations deviennent plus importantes par le développement des applications mécaniques, l'intérêt de brancher l'éclairage sur le réseau de force diminue. Si jadis les prix des transformateurs de courant engageaient à adopter pareille disposition, aujourd'hui l'éclairage ne constitue plus qu'un facteur secondaire, par sa puissance relative dans l'ensemble des installations, et il n'est plus possible de limiter les pertes de charge d'un réseau *commun* à une valeur assez faible pour obtenir un éclairage suffisamment régulier, à moins d'augmenter hors de toute proportion la section et le coût des canalisations; ce dernier élément devient particulièrement important si l'on fait usage de câbles souterrains dont l'emploi se généralise dans beaucoup de régions où les canalisations aériennes sont gênantes. Pour le bon fonctionnement de l'éclairage, les variations de tension à l'extrémité d'un réseau mixte où le transport de force domine aussi et par conséquent, les pertes de charge maxima, ne doivent pas dépasser 5 0/0; si l'on tient compte de la chute dans les transformateurs de tension, on voit que dans les lignes à charge variable ce chiffre de 5 0/0 ne devrait pas être dépassé sous la charge maximum passagère, pour maintenir un bon éclairage, tandis que les mêmes lignes, alimentant *exclusivement* des moteurs, pourraient être calculées avec une perte de charge moyenne double sans le moindre inconvénient.

On peut en conclure que l'économie à réaliser dans le réseau paye largement les frais de transformation du courant en *continu* pour l'éclairage. A prix égal, d'ailleurs, l'éclairage fourni par un transformateur de courant est presque toujours préférable, d'abord parce qu'il est pratiquement soustrait aux variations de tension du réseau, et ensuite parce que ce procédé permet d'alimenter à courant continu des types courants de lampes à arc dont le fonctionnement est généralement plus satisfaisant qu'avec le courant alternatif. Il n'existe, au surplus, aucune difficulté d'ordre pratique dans l'emploi des transformateurs de courant dans chaque siège, si ceux-ci sont éloignés de la station centrale. Si exceptionnellement on doit éclairer, par quelques lampes seulement, un point situé en dehors du rayon d'un siège, rien n'empêche, à défaut de bâtiment pouvant abriter un transformateur en mouvement, d'alimenter ces quelques lampes par le réseau primaire, d'autant plus que ce cas correspond à un éclairage extérieur pour lequel on peut faire un sacrifice sur la régularité de la lumière.

On remarquera que nous n'avons pas discuté l'influence directe de la fréquence sur la fixité de l'éclairage. Il résulte, en effet, des discussions qui ont eu lieu à la Société internationale des Electriciens de Paris, à l'occasion des communications de MM. Blondel, Lauriol et Brylinski, que la fréquence 50 ne s'impose plus actuellement pour l'alimentation directe de l'éclairage; on cite notamment qu'aux environs de Paris plus de 15 000 lampes sont alimentées directement par du courant alternatif à 25 périodes; on a remarqué à

ce propos que les machines génératrices d'une station centrale donnant rarement un courant alternatif d'allure purement sinusoïdale, il se produit après passage par un transformateur de tension, des harmoniques de fréquence supérieure qui peuvent augmenter sensiblement la stabilité de la lumière, alors que des expériences précédentes portaient à croire que la fréquence 25 était gênante dans l'éclat d'une lampe. Enfin, certains types de lampes à arc à crayons minéralisés donnent actuellement un fonctionnement satisfaisant à la fréquence 25; mais nous ne citons cet exemple que pour mémoire, et en vue du cas isolé qui peut se présenter, de quelques lampes à arc à alimenter par le réseau primaire, ce qui ne correspond pas aux conditions générales de l'éclairage à arc, lequel, en pratique, dépasse rarement le rayon pouvant être desservi par le transformateur de courant d'un siège.

La première conclusion à tirer de ce qui précède, au point de vue du choix de la fréquence, peut donc se résumer par cette constatation que la fréquence 50 ne présente plus, pour l'éclairage, dans le cas des mines, qu'un intérêt très relatif, lorsque l'exploitation se prête à l'installation de postes de transformation du courant. Cette conclusion est encore renforcée si la distribution doit s'étendre en dehors du service de la mine, à l'éclairage des locaux habités, d'agglomérations, de communes, de villes, etc.; il faut alors, de toute nécessité, transformer le courant pour le rendre vendable, à moins qu'il s'agisse d'une station centrale dont l'importance rende les fluctuations insensibles (cas bien exceptionnel dans l'industrie), la tension ne pouvant être stable dans un réseau desservant principalement des moteurs de puissance comparable à celle des unités génératrices, quels que soient les artifices de réglage employés, compoundage des alternateurs, régulateurs de tension, etc. On peut, par conséquent, poser comme première base, que dans une installation minière le choix des fréquences entre 33 et 50 ne doit, en général, pas être dépendant de l'éclairage.

Nous avons dit, à propos des moteurs, que la fréquence 50 était bien appropriée aux vitesses comprises entre 150 et 1500 tours par minute avec des moteurs asynchrones ordinaires. Remarquons immédiatement que ces limites de vitesse, qui dépassaient les besoins de la pratique il y a quelques années, ne sont déjà plus en rapport avec certaines applications modernes; actuellement on demande quelquefois des vitesses supérieures à 1500 tours, mais certains problèmes nécessitent par contre la construction de moteurs puissants à des vitesses bien en dessous de 150 tours par minute.

Pour discuter utilement cette question, nous devons entrer dans quelques détails sur ces applications modernes parmi lesquelles il faut envisager principalement les « machines d'extraction électriques », les pompes centrifuges à haute pression et les « compresseurs-turbines. » Nous allons examiner dans quelles conditions se présente le choix de la fréquence dans ces divers cas.

Relativement aux machines d'extraction électriques, il peut paraître surprenant au premier abord que cette application soit invoquée à propos du choix de la fréquence, si l'on considère uniquement le système *Ilgner* qui s'accommode parfaitement de la fréquence usuelle de 50 périodes. Mais il faut remarquer précisément que ce système *Ilgner* constitue dans son état actuel une solution *intermédiaire* de la machine d'extraction électrique, par le fait même que, s'adaptant à la plupart des fréquences des installations existantes, il correspond surtout à des applications *isolées* et non à la centralisation des divers services de force motrice d'une mine qui est l'objectif final. Ce système répond donc à des nécessités momentanées dont il y a tout intérêt à favoriser l'élimination

Ce système est complexe et d'application coûteuse. Une seule machine d'extraction Ilgner comprend au minimum deux groupes transformateurs principaux de 2 machines chacun, deux groupes d'excitation également de deux machines chacun, et un ou deux moteurs d'extraction, soit en tout 9 à 10 machines et deux transformations supplémentaires d'énergie conduisant à un rendement total qui ne dépasse guère 45 0/0. Une machine capable d'extraire pratiquement 1200 à 1500 tonnes par jour coûte environ 350 000 fr; en admettant que ce prix puisse se réduire dans l'avenir, il restera toujours supérieur d'environ 150 à 175 000 fr au prix d'une machine supprimant les divers organes intermédiaires.

Par contre, il faut reconnaître que, si ce système n'avait pas été créé, la machine d'extraction électrique ne serait peut-être pas encore entrée dans la pratique, pour la raison citée ci-dessus, que ce système a permis de ne rien modifier à ce qui existait antérieurement dans l'installation électrique.

Tout en rendant cette justice au système Ilgner, il faut cependant bien admettre également qu'aussi longtemps que son application imposera des dépenses aussi considérables, elle sera forcément limitée aux fosses où il y aura un intérêt spécial à supprimer la vapeur, et qu'elle ne pourra pas être étendue à un ensemble permettant de tirer réellement parti de tout le bénéfice d'une centralisation électrique du service de la force motrice.

L'intermédiaire caractéristique de la solution Ilgner, l'emploi des groupes volants, répond à un double but; égaliser la charge sur la station centrale et permettre d'utiliser la fréquence 50. Analysons successivement ces deux ordres d'idées.

L'égalisation de la charge sur la station centrale est presque une nécessité lorsque l'on fait usage de moteurs à pistons et lorsque les variations

dépassent 30 0/0 de la puissance normale des machines. On peut, à la vérité, en corriger les inconvénients, mais dans une proportion insuffisante en pratique, en adoptant des distributions permettant passagèrement de grandes admissions de vapeur et en munissant les machines de volants très lourds, ce qui correspond finalement à augmenter toutes les dimensions, aux cylindres près; remarquons ici que pour permettre à la force vive des volants d'intervenir, il faut admettre une variation de vitesse sensible, et que la lenteur d'action du régulateur commandant la distribution correspond également à une chute de vitesse, de sorte que tout changement de régime a pour conséquence une modification de la tension et de la fréquence; il existe sans doute des régulateurs isochrones, mais leur fonctionnement exclut, pour ainsi dire, la marche en parallèle des génératrices, et la constance de la vitesse annule l'effet utile des volants; dans la machine à vapeur à piston, la vitesse variable est donc une condition essentielle du fonctionnement à charge intermittente et, en pratique, il est rare que le passage de la pleine charge à la marche à vide donne lieu à un écart de vitesse de moins de 8 0/0.

Il existe déjà des stations centrales avec moteurs à piston alimentant directement des moteurs d'extraction à courant triphasé, et malgré l'intérêt qu'elles présentent, il faut bien reconnaître que le régime de la tension et de la fréquence manque de stabilité; la vitesse des différents moteurs du réseau varie dans des limites qui, pour ne pas être nuisibles à l'exploitation, n'en sont pas moins gênantes, notamment pour les convertisseurs d'éclairage, à cause des variations d'allure des moteurs à piston; enfin, les nombreux organes à mouvement alternatif de ce genre de machines à vapeur, ne paraissent pas pouvoir être soumis impunément à d'aussi fréquentes variations brusques du régime qui agissent presque à la façon d'un choc; au moindre jeu, ces diverses pièces sont exposées à un travail tout à fait irrégulier qui provoque fatalement des usures anormales et des mises hors service anticipées.

Dans ces installations, les moteurs d'extraction sont commandés par un rhéostat, de sorte qu'au moment du démarrage, le travail nul correspond à l'appel maximum de courant, et comme celui-ci atteint ce maximum dans un temps très court voisin d'une à deux secondes après la fermeture du circuit, on comprend que le point initial du démarrage représente un véritable choc dans l'allure de la station centrale.

Les installations faites donnent d'ailleurs l'impression que des variations fréquentes et périodiques de 50 0/0 de la puissance normale des unités sont exagérées pour des moteurs à piston d'une puissance normale de 2000 chx. et plus. Toutefois, ces expériences ne sont pas suffisamment longues pour en tirer des conclusions formelles quant à la durée du matériel; une réserve s'impose donc sur ce point.

Relativement à la consommation de vapeur, les constructeurs de machines à piston sont arrivés à maintenir une consommation assez peu différente entre la demi-charge et la pleine charge par cheval indiqué, mais si l'on tient compte de ce que les pertes organiques de tous genres, d'un groupe électrogène à piston et de ses accessoires représentent environ 18 0,0 à pleine charge, soit près de 35 0/0 à demi-charge, on voit que le rendement moyen ne dépasse guère 73 0/0 alors qu'il serait de 32 0/0 si la charge était égalisée. L'influence des variations de charge de 50 0/0 n'est donc pas très importante dans le rendement total. Par conséquent, si les dimensions des machines sont judicieusement choisies, on peut admettre que la suppression de l'égalisation n'entrainera pas une augmentation de consommation de vapeur supérieure à 15 ou 20 0/0, en faisant abstraction du rendement des organes intermédiaires du système Ilgner qui compensent à peu près, pour les profondeurs normales d'extraction, la perte dans le rhéostat de démarrage du moteur directement alimenté à courant triphasé.

C'est donc par des considérations relatives aux régimes de *tension* et de *vitesse* que l'emploi des machines à piston justifie dans une certaine mesure la recherche ou l'emploi des dispositifs d'égalisation de la charge.

On peut poser comme première donnée qu'une *station centrale*, destinée à alimenter des machines d'extraction à moteurs asynchrones sans égalisateurs, pouvant par exemple élever chacune de 1200 à 1500 tonnes par jour à 500 m de profondeur, doit, indépendamment de la puissance en surcharge nécessaire pour le démarrage simultané de plusieurs d'entre elles, pouvoir produire normalement pour les autres besoins de la mine environ 4000 ch, ce qui correspond à un maximum momentané de 6000 ch, si on veut limiter à un tiers de la puissance des unités, les variations brusques dues au démarrage. Ce qui veut dire que lorsque la charge due aux autres services de l'exploitation atteindra une valeur équivalente à 4000 ch, on pourra, *avec des moteurs à piston*, prévoir l'installation de machines d'extraction électriques à courant triphasé direct de la puissance ci-dessus.

Cette conclusion s'applique nécessairement à des machines d'extraction de puissance supérieure à celles, de ce système, qui sont installées jusqu'à présent, mais il faut remarquer que la tendance des miniers et les exigences d'une exploitation intensive ne se contentent plus de machines capables d'extraire seulement 70 à 80 tonnes par heure.

Si l'usine centrale comporte des *turbo-générateurs*, les données qui précèdent seront toutes différentes. Au point de vue du réglage du régime de la tension et de la vitesse, la faible masse mé-

canique et magnétique de ces engins permet une très grande rapidité de rétablissement de ce régime ; pour des variations égales à la totalité de la charge, cette mise en régime prend souvent moins de cinq secondes. Par contre, pour les unités en dessous de 1500 kw, l'écart des consommations de vapeur entre demi et pleine charge, dépasse souvent 15 0/0, et il faut arriver à des unités de 3000 kw pour obtenir aux diverses charges une certaine stabilité de la consommation, qui soit comparable à celle des machines à vapeur à piston, tandis qu'à 5000 kw cette constance relative de consommation existe déjà au-dessous de la demi-charge.

Ce n'est donc plus ici la régularité du régime de la tension et de la vitesse qui limite les écarts de la charge tolérables, ceux-ci pouvant atteindre la totalité de la puissance, mais bien l'économie de la consommation. Si l'on s'en tient au type de turbine de 3000 kw qui correspond à l'importance actuellement envisagée des installations minières, et que l'on limite à 60 0/0 les écarts de charge admissibles, le raisonnement qui précède nous conduit à admettre la machine d'extraction à commande directe de 2000 chx. maximum pour une station centrale dont le débit total ne dépasse pas 3000 chx., ce qui implique une charge de 1000 chx. pour les autres services de l'exploitation, chiffre très inférieur à la réalité de ses besoins, en général.

On voit par là, en comparant le chiffre obtenu pour les machines à piston avec celui que nous venons de trouver, que la question se présente tout autrement pour les machines d'extraction électriques à courant triphasé direct, lorsque la station centrale se compose de turbo-générateurs. Alors que dans le cas des moteurs à piston il sera assez rare de rencontrer des exemples permettant de justifier la machine d'extraction électrique à courant triphasé direct, la plupart des exploitations seront dans les conditions requises en prévoyant des turbo-générateurs ; dès lors, étant donné, d'autre part, la tendance de plus en plus marquée à adopter ces engins, on voit toute l'importance que présente l'examen des solutions supprimant les intermédiaires coûteux et complexes du système Ilgner, puisque l'extraction électrique deviendra pratiquement possible là où le prix d'installation du système Ilgner est actuellement prohibitif.

Sans doute, — pour achever la comparaison, — l'égalisation de la charge sur la station centrale permet d'améliorer le coefficient d'utilisation des unités en réduisant la puissance installée à une valeur voisine du travail moyen, tandis que cette puissance doit correspondre au travail maximum dans le cas que nous venons de discuter. Mais il ne faut pas s'exagérer l'importance de ce facteur. En prenant toujours le même exemple que ci-dessus d'une machine d'extraction de 2000 chx. maximum, absorbant environ 1000 chx. en moyenne, le surplus de puissance à tenir disponible à la centrale est d'environ 1000 chx. ; la majoration de dépenses n'est pas considérable, car les excédants passagers de puissance, jusqu'à concurrence de 25 0/0 sont obtenus, dans les turbines modernes, par un « by pass » admettant en pleine pression avant la dernière détente. C'est ainsi que, dans le cas qui nous occupe, pour obtenir 3000 chx. au démarrage, il faudra adopter une puissance normale de 2250 chx. ; c'est-à-dire que l'absence d'égalisation exigera une turbine dimensionnée pour 2250 chx. au lieu de 2000. La majoration de prix, en tenant compte des accessoires, n'atteindra pas 25 000 fr, alors que la réduction de prix dans la machine d'extraction proprement dite dépasse certainement 175 000 fr.

Nous avons dit que l'utilisation de la fréquence 50 est une des raisons d'être du système Ilgner ; nous venons de voir que c'est, en réalité, la principale.

Il est cependant un cas encore où le système Ilgner (ou ses dérivés) présente un avantage ; c'est celui où l'installation se limite à une exploitation ne comportant qu'une ou deux machines d'extraction ; ce cas devient de plus en plus rare et correspond de moins en moins aux conditions de la pratique ; il constitue l'exception parce que des exploitations aussi restreintes sont non seulement rares mais auront toujours intérêt à s'entendre avec des exploitations voisines pour centraliser en commun leurs services électriques de façon à réduire leur prix de revient du kilowatt-heure. Encore faut-il remarquer que cet avantage disparaît si, en dehors de l'extraction, il existe une charge continue suffisante, ce qui peut se produire quand la centrale alimente d'autres services que ceux d'une mine proprement dite.

Nous n'avons signalé jusqu'à présent, que l'alimentation directe des moteurs d'extraction au moyen de moteurs asynchrones installés dans l'usine centrale. C'est ici que se pose la question de la fréquence.

Un moteur d'extraction asynchrone de machine d'extraction qui serait alimenté à 50 périodes, tournant à la vitesse de 35 à 45 tours par minute imposée par les circonstances, aurait un facteur de puissance beaucoup trop faible, tout au plus 0.5, à cause du grand nombre de pôles résultant de la fréquence 50 et de l'impossibilité matérielle de réduire l'entrefer en dessous de certaines valeurs pratiques (avec la fréquence 50 il ne semble pas que l'on soit arrivé pratiquement à appliquer des moteurs puissants dont la vitesse soit inférieure, et encore dans des cas tout particuliers, à 75 tours par minute) ; un tel moteur à 50 périodes serait d'ailleurs coûteux et d'un fonctionnement peu satisfaisant. Il est donc indispensable, en présence du grand intérêt que présente la simplification de la machine d'extraction, d'envisager la possibilité d'employer des fréquences plus faibles ; dans les exemples de machines d'extraction à moteurs

asynchrones qui existent actuellement, on s'est tenu aux environs de 25 périodes; mais depuis lors la construction de ces moteurs a fait des progrès et on peut certainement envisager la fréquence 33 préconisée dans d'autres cas par M. Blondel.

Avant d'entrer dans cette voie, on peut se demander si elle sera également suivie au cours des perfectionnements que l'on doit s'attendre à voir surgir dans les systèmes de commande électrique directe des machines d'extraction. Il semble que sur ce point on puisse répondre affirmativement.

En effet, les recherches doivent porter sur l'amélioration du rendement qui est encore relativement faible et sur l'atténuation des à-coups. Ces deux facteurs se tiennennt, car le faible rendement résulte principalement de la perte d'énergie au démarrage qui absorbe le courant maximum, de sorte qu'au moment où le travail utile est nul, il se produit pour ainsi dire instantanément, à la centrale, l'appel *maximum* de courant. Le perfectionnement, qui consisterait à assurer au démarrage un rendement comparable à celui de la marche en régime, ferait disparaître en même temps l'à-coup du démarrage en rendant l'appel de courant progressif. La durée du démarrage étant rarement inférieure à 25 secondes, on voit immédiatement le résultat d'une semblable modification dans le régime de marche de la station centrale; ce changement des conditions de fonctionnement influerait non seulement sur l'emploi des machines à vapeur à piston en leur permettant de disposer d'une période de régulation convenable, mais il serait également très favorable aux turbines et ferait disparaître presque complètement les variations de tension dues aux brusques changements du régime. Si l'on examine dans quelle voie les recherches seront portées à se diriger, on est conduit tout naturellement à envisager pour l'avenir des moteurs, dont le fonctionnement s'approprie infiniment mieux aux basses fréquences, tels, par exemple, que les moteurs à induction avec collecteurs qui font des progrès incessants et qui réalisent dans une certaine mesure, déjà très satisfaisante, la condition posée d'un appel progressif d'énergie pendant le démarrage.

On voit donc que, quel que soit le point de vue, le développement, la simplification et l'amélioration de la machine d'extraction électrique permettent de prévoir l'abaissement de la fréquence.

Envisageons maintenant l'application dont le caractère est diamétralement opposé, de la commande électrique aux appareils à grande vitesse angulaire, tels que les pompes centrifuges à haute pression et les compresseurs-turbines.

L'abaissement de la fréquence a pour effet de réduire la vitesse-limite des moteurs asynchrones.

Il existe peu d'exemples de pompes centrifuges marchant à une vitesse beaucoup supérieure à 1500-2000 t-m dans les mines, sauf pour les très petits débits; pour les débits et les hauteurs que l'on rencontre généralement dans les épuisements, la vitesse de 1500 à 2000 tours par minute ne paraît pas devoir être dépassée par les nécessités de la construction de pompes; d'autre part, la réalisation de moteurs de plus de 100 chx. au-delà de 2000 tours présente déjà certaines difficultés, et la sécurité de fonctionnement nécessite des complications peu désirables dans le fond d'une mine, telles que le graissage sous pression des paliers, de sorte que ces moteurs ne sont pas recommandables. Là également, la fréquence 50, qui permet de dépasser 1500-2000 tours à condition d'atteindre immédiatement la vitesse de 3000 tours, ne s'impose donc pas.

Quant aux compresseurs-turbines, leur conception est toute récente et, jusqu'ici, les modèles installés demandent des vitesses sortant de ce que l'on obtient pratiquement avec des moteurs asynchrones, sans faire usage de dispositifs spéciaux manquant de simplicité. Dans certains exemples, ils demandent même des vitesses de 4 à 5000 tours qu'aucun moteur asynchrone ne peut donner à la fréquence 50; ces compresseurs sont généralement attaqués directement par des turbines à vapeur, et lorsqu'ils sont de dimensions convenables et installés à proximité des générateurs de vapeur de la station centrale, ce qui n'a rien d'impossible, il faut aussi reconnaître que leur commande électrique ne présenterait que bien peu d'intérêt. Etant donné les difficultés mécaniques qu'on rencontre avec les moteurs asynchrones au delà de 1500 à 2000 tours pour plus de 100 chevaux, il n'y aurait pas grand intérêt non plus à prévoir une fréquence permettant de dépasser ces vitesses dans l'unique but de subdiviser les postes de compresseurs en différents points des sièges dépourvus de vapeur, puisque, dans ce cas, on aurait affaire à des compresseurs relativement petits, pour lesquels le type *turbine* présente bien moins d'avantages que pour les compresseurs de grande puissance.

Nous voyons donc que, dans les applications minières, il n'existe réellement aucun argument en faveur de 50 périodes, au point de vue des facilités d'installation et de la simplicité des organes. Il reste la question du prix. On a souvent invoqué contre les installations à basse fréquence déjà effectuées la majoration de prix des moteurs et des transformateurs par rapport à 50 périodes; il n'est pas encore possible de fournir des chiffres absolument précis pour une comparaison, puisque la fabrication en série des moteurs à faible fréquence est limitée à quelques établissements qui en ont prévu l'écoulement; aussi les écarts de prix renseignés manquent-ils généralement d'exactitude.

A priori le moteur à 25 et à 33 périodes coûte plus cher, parce que certaines des dimensions

électriques et surtout magnétiques sont plus fortes, à égalité de vitesse, que pour 50 périodes, mais la partie mécanique peut être exactement la même, et il n'est pas douteux que les différences de prix de 15 à 20 0/0 qui ont été signalées dans des cas isolés sont manifestement exagérées. Une augmentation est cependant à prévoir et on ne peut guère songer à l'éviter pour les transformateurs, qui doivent forcément être de dimensions plus grandes, et comme la partie mécanique est pour ainsi dire nulle dans ces appareils, la majoration de la partie électrique constitue presque une majoration identique du prix d'ensemble de l'appareil. Mais il n'est pas besoin de réfléchir longuement pour constater que ces comparaisons de parties isolées de l'installation n'ont aucune valeur. Ce qui importe, c'est le prix total et global d'une installation de centralisation et de distribution de l'énergie aux divers services de la mine, y compris les machines d'extraction dont le caractère pratique ne peut plus être mis en doute; une semblable comparaison a seule de la valeur et nous en ferons l'objet d'une note ultérieure.

Un certain nombre d'installations à la fréquence 25 sont, d'ailleurs, soit en marche, soit en construction; nous pouvons citer, au point de vue de l'extraction, les exemples suivants :

Trois machines d'extraction de 400 à 600 chx. aux mines du Grand-Hornu, en Belgique;

Une machine d'extraction d'environ 500 chx. aux mines de Harpen, à Preussen II, près de Dortmund;

Dix machines d'extraction d'environ 400 chx aux Charbonnages de Ferndale, en Angleterre;

Une machine d'environ 200 chx. aux Charbonnages de Gunthershall (Hanovre), en Allemagne;

Une machine d'extraction d'environ 300 chx. aux Charbonnages de Wenseslaus (haute Silésie), en Allemagne;

Soit ensemble environ 16 machines fournissant déjà une certaine consécration du principe de la basse fréquence, qui est en faveur de son adoption.

Nous nous bornons à constater, pour le moment, que la fréquence 50 n'est plus du tout imposée par les circonstances et que, si certains cas particuliers n'obligent pas à adopter la fréquence 25, la fréquence 33, dont il est question en ce moment, paraît de beaucoup plus logique en matière d'installations minières. Il sera donc intéressant, dans les divers cas de la pratique, d'examiner comment il est possible d'arriver industriellement à la transformation des installations existantes, et c'est également ce que nous aurons l'occasion d'examiner lorsque nous ferons la comparaison des prix d'ensemble à laquelle nous venons de faire allusion.

W. Dierman.

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES SANS RAILS

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* publie une étude de M. Ernst H. Nickel, de Berlin, sur les tramways électriques sans rails, actuellement en service en Allemagne. A cette étude, qui puise une grande partie de ses informations dans un rapport officiel adressé par M. Volkorts, ingénieur à Munster, au ministère allemand des chemins de fer, nous empruntons les détails ci-après :

Le premier tramway électrique sans rails, que l'on rencontre en Allemagne, a été établi en 1901, d'après le système Schiemann. Les tramways du même système, qui fonctionnent aujourd'hui sur territoire allemand, sont au nombre de quatre. La canalisation utilisée est aérienne : elle consiste en deux fils de cuivre, distants l'un de l'autre de 0,50 m et placés à une hauteur de 5,5 à 6 m au-dessus du milieu de la chaussée. Ces fils sont portés par des poteaux en bois ou bien, là où un seul côté de la voie publique est libre, par des poteaux en treillis de fer. Le courant est amené à la voiture automotrice par des tiges de trolley qui permettent au véhicule de s'écarter, de part et d'autre, de la ligne, d'environ 3 m; par suite, l'automotrice peut dépasser les véhicules ordinaires circulant dans le même sens, et livrer passage à ceux circulant en sens contraire. Lorsque deux automotrices électriques de la même ligne se rencontrent, il suffit que l'une d'elles détache du fil sa tige de trolley pour laisser passer l'autre. Les premières automotrices du système Schiemann n'avaient qu'un seul essieu tournant, celui d'avant, avec des roues plus petites que celles de l'essieu d'arrière; les nouvelles voitures sont symétriquement construites et pourvues, aux deux extrémités, d'une plateforme et d'une cabine pour le conducteur. On a renoncé à la disposition ancienne, d'après laquelle chaque roue était actionnée séparément par un moteur spécial; aujourd'hui, l'essieu d'avant et celui d'arrière sont tous deux actionnés par un moteur identique. Ses essieux tournent dans des paliers à billes, ce qui facilite le roulement et procure, en outre, une économie appréciable de graissage. Les roues ont des moyeux en fer, des rais et des jantes en bois, et des bandages en fer; on a renoncé aux anciens bandages en caoutchouc, car le fer lisse, grâce à l'intervention du sablier, mord sûrement dans le sol glissant, même sur des pentes de 1 : 10. Le moteur électrique est suspendu au milieu de l'essieu; d'un côté de ce moteur se trouve l'engrenage, du système Grisson. Les frais de premier établissement et d'entretien sont naturellement bien moindres que dans le cas des tramways ordinaires à rails. De plus, on ne rencontre pas, sur les parcours desservis, les inconvénients que la présence de rails occasionne au roulage ordinaire. Enfin, le transport par tramway électrique sans

rails peut devenir moins dispendieux même que le transport par traction animale.

C'est ce que prouve l'exploitation du tramway Schiemann, qui relie les carrières de pierres de Grevenbrück (Westphalie) à la gare du même nom. Le transport des pierres jusqu'à la gare, alors que l'on employait des chevaux, revenait à 0,32 — 0,37 fr par tonne kilométrique, tandis que, grâce au tramway, le même transport revient aujourd'hui à environ 0,125 fr par tonne kilométrique. — G.

L'ÉLECTRICITÉ A L'ASSOCIATION BRITANNIQUE

Pendant le congrès annuel de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, qui s'est tenu cette année à York, du 1er au 8 août, divers travaux sur l'électricité ont été présentés dans les sections de mécanique, de physique et de chimie. Le président de l'Association, le professeur Ray Law Kester, a ouvert le congrès par un discours sur les progrès réalisés dans les différentes branches de la science. Puis vient le discours de M. Griffith, président de la section mathématique et physique, qui exprime d'abord ses regrets relativement à la mort du professeur Curie et résume ses travaux en montrant les services qu'il a rendus à la science. M. Strutt présente ensuite, sur la radioactivité, un travail qui est suivi par une discussion sur la structure interne du globe terrestre. Cette discussion a été soulevée par l'orateur lui-même. On a longtemps supposé, dit-il, que la chaleur interne du globe provenait de la chaleur engendrée par la contraction d'une nébuleuse initiale. Il y a deux ans, plusieurs auteurs ont émis l'hypothèse que la terre contenait suffisamment de radium pour lui conserver sa chaleur interne. Rutherford calcule, à l'aide de chiffres donnés par Elster et Geitel, que si la terre contenait dans son entier autant de radium qu'un échantillon de terre glaise examiné par eux, son degré de température serait justifié. J'ai examiné un grand nombre de roches ignées et sédimentaires et j'ai été amené à conclure qu'elles contiennent beaucoup plus de radium qu'il ne serait nécessaire pour maintenir la terre dans sa température actuelle, à condition que sa constitution soit partout semblable. Mais on doit, au contraire, affirmer que l'intérieur du globe ne contient pas de radium et que, selon toute probabilité, sa composition est tout à fait différente de celle de la surface. Un autre sujet, qui a été également fort discuté, est celui traité par le professeur Turner sur l'effet possible vibratoire à la distance zénithale d'après des observations faites à l'observatoire royal de Greenwich par suite de la proximité de la station génératrice du conseil de comté de Londres, question qui a déjà attiré l'attention de nombreux experts. Puis vient la conférence de MM. Ramsay et Spencer sur les modifications chimiques et électriques provoquées par les radiations ultra-violettes.

Dans la section de mécanique, nous devons mentionner plusieurs travaux qui intéressent directement la science électrique. Le président, le docteur Ewing, prononce d'abord un discours sur la structure interne des métaux, puis M. Gerald Stoney, dont la compétence en matière de turbines est bien connue, présente une étude sur les récents progrès réalisés dans les turbines à vapeur. Il parle d'abord de leur application à la commande des dynamos et des alternateurs en citant le premier modèle de 10 ch exécuté en 1884 par M. Parsons et les modèles actuels dont la puissance dépasse 8000 ch et qui sont en fonctionnement dans les grandes stations centrales de Carville, de Neasden, de Chelsea, etc. L'application des turbines à l'entraînement des compresseurs d'air est maintenant d'usage courant pour les hauts fourneaux; l'auteur en fait ressortir les avantages. Au cours de son travail, M. Stoney parle des turbines de 10 000 kw que l'on se propose d'établir pour la distribution d'énergie à Londres et qui, avec une capacité de surcharge de 100 0/0 permettent d'obtenir une consommation en combustible de 5,9 kg par kw-heure. Quant au courant continu, on a construit des groupes à turbines de 2000 kw qui fonctionnent à merveille grâce à des dispositifs de commutation fort bien compris. Au cours d'une brève discussion, on demande à M. Stoney s'il serait possible d'admettre le principe de la turbine pour les automobiles et si l'on peut espérer voir la turbine à gaz entrer, à ce point de vue, dans la pratique. Le conférencier répond qu'il doute, quant à présent, d'une possibilité semblable.

Le docteur Carpenter lit un travail sur les modifications de structure d'un fil de nickel à de hautes températures et il rend compte des recherches qu'il a effectuées afin de déterminer autant que possible les modifications des propriétés mécaniques d'un fil de nickel employé dans la construction d'un four électrique.

Le fil contenait 98,6 0/0 de nickel, 1,2 de fer et 0,16 0/0 de manganèse avec des traces de cobalt; son diamètre était de 1,5 mm; sa résistance maximum à la rupture était de 5,4 tonnes par cm^2 avec un allongement de 34,4 0/0 et une réduction de section de 70 0/0; sa résistivité à 0° C était de 9,2 microhms-centimètre. Dans la construction du four le fil était enroulé sur un tube en porcelaine ayant 0,03 m de diamètre extérieur qui était enfermé dans un autre tube plus long; l'espace interposé étant rempli avec des débris de quartz. Le fil supportait un courant de 20 ampères sous 50 volts et l'on pouvait obtenir dans le tube une température de 1200 à 1300° C. Ordinairement la durée de ce four est de trois mois, souvent plus, mais tôt ou tard, une rupture se produit. Le fil est devenu alors si fragile qu'on peut le briser facilement avec les doigts; quelquefois il résiste, mais alors il devient fibreux. Ces modifications des propriétés mécaniques sont accompagnées de changements dans la structure qui a été étudiée au microscope. Ces changements résultent de l'influence combinée de la chaleur et de l'électricité, mais ne peuvent être produits par l'un seulement de ces agents. Il semble que ces modifications soient dues à deux effets, à savoir : la recristallisation et la pénétration des gaz qui résultent d'ailleurs des effets de la chaleur et de l'électricité sur le métal.

Un court travail est présenté par M. William Taylor sur des expériences réalisées avec une balance d'induction pour déterminer la température critique dans l'échauffement de l'acier pendant la trempe. Il décrit aussi un dispositif magnétique donnant un signal sonore lorsque l'acier, chauffé dans un four à mouffle, atteint sa température critique.

Sir John Wolfe Barry donne un récit des tentatives faites pendant ces dernières années pour assurer l'unification du matériel britannique. Ces efforts ont été tentés sur l'initiative de sir John Barry et plusieurs sous-commissions ont été désignées pour étudier les questions dans les différentes branches. Nous avons cité, à l'occasion, les tentatives qui ont été faites quant aux appareils électriques. Dans la discussion qui a suivi ce compte-rendu, sir William Preece montre la nécessité urgente d'uniformiser les moteurs électriques de manière à ce que les constructeurs puissent en fabriquer d'avance et en fournir au public à bon marché. Il cite l'affirmation de certains grands constructeurs anglais qui déclarent qu'il n'est rien de plus malheureux dans l'industrie que le manque d'uniformité pour les moteurs électriques. Sir William montre que, dans le Royaume-Uni, il existe 472 grandes installations en service représentant plus de 1 million de ch. Sur ces installations près de 400 sont dans la plus grande confusion faute d'uniformité dans les moteurs. Sir W. White pense que l'énorme avantage donné par l'uniformité du matériel pourra résulter de l'entente du constructeur et de l'ingénieur. Mais, comme pour le matériel électrique, il faut qu'une industrie soit arrivée à un certain degré de perfection pour admettre l'uniformité, il est certain qu'une industrie nouvelle provoque la concurrence et les modifications; l'uniformisation ne peut être avantageuse que si les méthodes de construction ont été acceptées et déterminées par le plus grand nombre. M. C. Jenkin déclare qu'en Angleterre le manque d'uniformité est le résultat du manque d'entente, car l'ingénieur-conseil est toujours entre le producteur et le consommateur et il est pour ainsi dire impossible que ces trois personnalités soient d'accord.

Le professeur Dalby montre, par quelques expériences intéressantes, une méthode pour équilibrer les moteurs et amortir les vibrations qui causent des troubles accentués aux environs des stations centrales. Cette méthode est remarquable par les résultats obtenus. Le colonel Crompton rappelle à ce sujet qu'à Saint-Pancras, Londres, la station génératrice avait provoqué de telles vibrations que les locataires des maisons environnantes avaient tous déménagé. Le professeur Dalby fut appelé et réussit à amortir ces vibrations et à régler les moteurs d'une manière merveilleuse; mais cependant les habitants de la rue vendirent leurs immeubles à un prix inférieur à leur valeur réelle et intentèrent un procès à la corporation de Saint-Pancras. Après des observations minutieuses, on crut s'apercevoir que les machines de la station n'y étaient pour rien; on arrêta leur marche et les vibrations subsistèrent. Elles provenaient du fonctionnement d'une pompe desservant un puits de grande profondeur qui était dans le voisinage. Le professeur Ewing rend hommage à la méthode du professeur Dalby et souhaite que le conseil de comté de Londres fasse appel à son habileté avant d'installer sa station génératrice qui doit être à un demi-mille de l'observatoire de Greenwich.

Le développement de la traction à courant alternatif simple, tel est le titre d'un travail présenté par M. C. Jenkin qui appelle l'attention de ses auditeurs sur les rapides applications de

ce système de traction; il explique pourquoi la traction électrique a été adoptée, montre ses avantages et finalement décrit le procédé en question. La principale raison qui milite en faveur de la traction électrique est qu'elle permet l'accroissement des recettes de la ligne. Il fait remarquer qu'en Angleterre le coût de l'énergie électrique est plus élevé actuellement que celui de la vapeur, et comme exemple des bas prix auxquels on peut arriver, M. Jenkin cite les chiffres publiés pour la ligne de la Valteline; cette ligne longue, de 67 milles, est exploitée électriquement depuis 1902. Les prix de la première année étant de 0,027 penny par tonne-mille, cela provient de ce que l'énergie était produite par puissance hydraulique, mais si nous ajoutons 0,5 penny par unité, ce qui est admissible pour un matériel à vapeur, nous arrivons au chiffre de 0,0336 penny par tonne-mille. Or, le prix actuel d'une ligne semblable en Angleterre est le double de ce dernier chiffre, soit 0,067 penny.

M. Jenkin fait d'ailleurs remarquer que de nombreuses tentatives ont été faites pour établir des comparaisons exactes entre le prix de la vapeur et celui de l'électricité, mais que les résultats n'ont jamais été précis, car tout dépend de la nature du service et du trafic; or, les conditions obtenues avec la vapeur sont très différentes de celles que donne l'électricité. Dans presque tous les cas où la traction électrique est adoptée, les bases du service changent et il ne reste plus aucun point de comparaison. L'auteur classe comme suit les avantages de l'électricité : 1° perfectionnements dans le confort des voyageurs; 2° perfectionnements dans le service des trains; 3° perfectionnements dans l'exploitation et la capacité de la ligne. C'est ainsi que sur la ligne du Lancashire et Yorkshire le nombre des trains augmente de 36 à 65 par jour dans chaque sens, ce qui aurait été impossible avec la vapeur. Ainsi que le fait remarquer le président du chemin de fer du Nord-Est : « Par suite de la mise en service de trains plus petits et plus fréquents, le public est mieux desservi et les recettes augmentent. » Les avantages complémentaires de la traction électrique et qui résultent de la distribution de l'énergie électrique le long de la ligne comprennent les signaux, les pompes, les cabestans, transbordeurs, plaques tournantes, ascenseurs, etc. La commande électrique permet le fonctionnement des signaux et leur multiplicité.

Plus loin, dans son travail, M. Jenkin propose plusieurs procédés pour modifier les lignes de chemin de fer, de manière à satisfaire absolument les besoins du public, et ces modifications ne sont possibles que sur les lignes électriques. L'un de ces procédés consiste à établir, comme le font les tramways, des branchements qui desservent les villages et les petites agglomérations partout où cela est utile. De cette manière, les chemins de fer sont réellement faits pour les voyageurs, et non les voyageurs pour les chemins de fer. La méthode a réussi en Allemagne, et la concurrence des tramways devient alors illusoire.

Enfin, M. Jenkin étudie les mérites et avantages : 1° de la transmission par courant alternatif avec distribution par courant continu à basse tension et troisième rail; 2° de la transmission par courant alternatif à haute tension et ligne aérienne. Il montre les avantages de ce dernier système et fait ressortir la supériorité du courant alternatif simple. Il décrit avec détails l'équipement d'une ligne et émet le vœu que les compagnies procèdent au plus tôt à l'installation de lignes d'essai, afin de se convaincre par elles-mêmes des avantages pratiques de ce système.

Quant à la question d'influence des courants alternatifs de traction sur les lignes télégraphiques et téléphoniques, M. Jenkin explique que trois sortes d'influences peuvent se produire. Il prend le cas d'une ligne télégraphique sur poteaux courant le long du chemin de fer. Le premier effet produit par le circuit de traction est dû à une différence de tension entre les plaques de terre, aux deux extrémités de la ligne, ce qui provoquera un courant alternatif dans la ligne télégraphique, si le retour se fait par la terre, comme il arrive ordinairement. Cet effet peut être supprimé en employant un retour métallique; supposons que ce second fil soit placé, un second effet sera dû à l'induction mutuelle entre le circuit de traction et celui de la ligne télégraphique. Cet effet est relativement faible et ne sera pas suffisant pour affecter les appareils; il est cependant important sur des lignes assez longues. On peut l'éliminer approximativement par des croisements du circuit télégraphique. Ces deux effets sont fonction de l'intensité du circuit de traction et indépendants de la tension. Par de légères modifications des appareils ordinaires télégraphiques, il est possible de fonctionner avec le retour par la terre, et l'on évite ainsi les dépenses d'un retour métallique.

Grâce aux renseignements fournis par M. Dahlander, l'ingénieur en chef du service de trac-

tion électrique sur les chemins de fer de l'Etat suédois, M. Jenkin peut décrire à ses auditeurs deux méthodes employées à ce sujet. Dans la première, le noyau de fer de l'électro-aimant de l'appareil télégraphique est surmonté d'un tube de cuivre. Le magnétisme du fer produit par le courant alternatif est réduit à un degré tel que le fonctionnement n'est jamais interrompu.

Dans la seconde méthode, on met un condensateur en dérivation avec l'appareil télégraphique. Un troisième effet est dû à l'induction statique entre le fil aérien du trolley et le fil télégraphique. La charge induite est fonction du potentiel du fil du trolley et indépendante de l'intensité. Les potentiels alternatifs induits sont considérables. Sur la ligne Hambourg-Altona, on a calculé que la différence de potentiel entre les fils télégraphiques et la terre était de 1200 volts et, sur la ligne suédoise, elle était de 4500 volts.

Si le fil est mis à la terre, le courant alternatif sera très faible; quelques centièmes d'ampères, par suite de la faible capacité de la ligne, mais il sera suffisant pour provoquer un choc dangereux. L'emploi d'un retour métallique pour le circuit télégraphique ne supprimera pas cette charge, mais la doublera en doublant la capacité du circuit.

La plus simple manière d'éviter ces effets est de mettre le circuit à la terre en un point, ou bien, sur les longues lignes, de le mettre à la terre à travers une résistance élevée en plusieurs points. Ces dérivations n'influeront pas d'une manière appréciable sur les courants télégraphiques.

Les mêmes effets se produisent sur les circuits téléphoniques, mais ne peuvent être supprimés de la même manière; il faudra employer de préférence des câbles souterrains, comme d'ailleurs pour les lignes télégraphiques qui seront également à l'abri de tous ces troubles.

En tous cas, il est préférable d'adopter une haute tension pour le fil du trolley, les avantages sont nombreux et les inconvénients sont imaginaires. Plus élevée est la tension et plus faible est l'intensité, moindres sont les effets d'induction sur les circuits voisins et meilleur est le réglage de cette tension. Le seul désavantage est que l'induction statique augmente avec la tension.

M. J. Henderson présente ensuite un travail sur les progrès récents relatifs aux phénomènes des radiations; puis c'est une étude de MM. Davies et Fryer sur la suppression des fumées et poussières, question importante par suite de l'augmentation incessante des grandes stations génératrices dans Londres et aux environs. M. Cowper-Coles fait aussi une conférence sur les dépôts électrochimiques pour la protection du fer et de l'acier contre les corrosions et MM. Leetham et Cranys présentent une étude sur la décharge électrique dans l'air et ses applications. Le professeur Silvanus Thompson fait une lecture publique d'un travail dédié aux ouvriers et intitulé : *la Fabrication de la lumière*, suivie d'une conférence du docteur Waller sur les signes électriques de la vie et leur abolition par le chloroforme. Enfin, nous devons mentionner encore un sujet très intéressant traité par sir William Preece et sur lequel nous reviendrons prochainement; ce sujet avait pour titre : « Les lampes à incandescence actuelles. »

A. H. B.

VILLES ET LOCALITÉS

DANS LESQUELLES EXISTE UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (1)

Première circonscription.

3e subdivision : Meuse, Vosges.

ABRÉVIATIONS :

C = Courant continu.
A = Courant alternatif simple.
A D = Courants alternatifs diphasés.
A T = Courants alternatifs triphasés.
D = Système de distribution (la tension indiquée pour les canalisations à trois fils est celle qui existe entre les fils extrêmes).
F M = Force motrice.

MEUSE

Ailly (250 hab.). — Alimenté par l'usine de Saint-Mihiel.

Ancemont (502 hab.). — *MM. Nanty frères.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : Vapeur.

Andernay (273 hab.). — *M. G. Truson.* — C — D : 2 fils, 125 volts. — A, 40 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Andernay,
Contrisson,
Sermaize-les-Bains (Marne).

Aubréville (Voir Courcelles-les-Aubréville).

(1) Voir l'*Electricien*, n° 819, 8 sept. 1906, p. 155; n° 820, 15 sept., p. 171; n° 821, 22 sept., p. 190 et n° 822, 29 sept., p. 205.

Bar-le-Duc (17 693 hab.). — *Société d'éclairage électrique de Bar-le-Duc.* — C — D : 3 fils, 220 volts — FM : Vapeur.

Beauzée (516 hab.). — *M. Lombart-Bouchon.* — A, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Brieulles-sur-Meuse (731 hab.). — Alimenté par l'usine de Vilosnes.

Bussy-la-Côte (186 hab.). — Alimenté par l'usine de Varney.

Chardogne (429 hab.). — Alimenté par l'usine de Varney.

Charny (426 hab.). — *Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — AT : 50 périodes. — 5000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Charny,
Verdun.

Chauvoncourt (700 hab.). — Alimenté par l'usine de Saint-Mihiel.

Clermont-en-Argonne (1265 hab.). — Alimenté par l'usine de Courcelles-les-Aubréville.

Contrisson (623 hab.). — Alimenté par l'usine d'Andernay.

Cote (la) Venize (37 hab.). — Alimenté par l'usine de Varney.

Courcelles-les-Aubreville (176 hab.). — *M. Gaudron.* — AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Clermont-en-Argonne,
Courcelles-les-Aubreville,
Vraincourt.

Cousances-aux-Forges (1780 hab.). — *Société d'éclairage électrique de Cousances.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Damvillers (746 hab.). — Alimenté par l'usine de Vilosnes.

Dannevoux (511 hab.). — Alimenté par l'usine de Vilosnes.

Ecuray (457 hab.). — Alimenté par l'usine de Vilosnes.

Euville (1101 hab.). — *La municipalité.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Fains (2088 hab.). — Alimenté par l'usine de Varney.

Haironville (519 hab.). — *M. Godinot.* — C — D : 2 fils, 130 volts. — FM : Hydraulique.

Haraumont (106 hab.). — Alimenté par l'usine de Vilosnes.

Iré-le-Sec (354 hab.). — Alimenté par l'usine de Montmédy.

Laheycourt (860 hab.). — *M. Collinet.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — FM : Hydraulique.

Laimont (561 hab.). — Alimenté par l'usine de Neuville-sur-Orne.

Lisle-en-Rigault (743 hab.) — *M. Deschamps.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : vapeur.

Livry-devant-Dun. — Alimenté par l'usine de Vilosnes.

Longchamps-sur-Aire (372 hab.). — *M. Larbalétrier.* — C — D : 2 fils, 125 volts. — FM : hydraulique.

Montmédy (2600 hab.). — *Société anonyme de Montmédy.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.
Cette usine alimente :
Iré-le-Sec,
Montmédy.

Mussey (337 hab.). — Alimenté par l'usine de Varney.

Neuville-sur-Orne (501 hab.). — *M. Frisé.* — C — D : 3 fils, 240 volts. — FM : hydraulique.
Cette usine alimente :
Laimont,
Neuville-sur-Orne.

Rancourt (411 hab.). — *M. Pigny.* — Alimenté par la station de Bettancourt (Marne).

Rarécourt (687 hab.). — *M. Sertlet.* — C — D : 3 fils, 240 volts. — FM : hydraulique.

Rattentout (comm. de Dieue). — *Mme veuve Schirick-Lamarre.* — AT, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique.

Revigny-sur-l'Ornain (1744 hab.). — Alimenté par l'usine de Bettancourt (Marne).

Robert-Espagne (1114 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 2 fils, 150 volts. — FM : hydraulique.

Saint-Mihiel (9325 hab.). — *Société anonyme d'énergie électrique.* — AT, 50 périodes. — D : 3500 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Ailly,
Chauvoncourt,
Saint-Mihiel.

Sampigny (1662 hab.). — *M. Nemarq.* — C — D : 2 fils, 120 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.

Sivry sur-Meuse (719 hab.). — Alimenté par l'usine de Vilosnes.

Tilly (434 hab.). — *M. Boulanger.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : hydraulique.

Varennes-en-Argonne (1205 hab.). — Alimenté par l'usine de Châtel Chéhery (Ardennes).

Varney (161 hab.). — *Société lorraine d'éclairage et de force par l'électricité.* — AT, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : vapeur
Cette usine alimente :
Bussy-la-Côte,
Chardogne,
La Côte-Venize,
Fains,
Mussey,
Varney.

Verdun (21 360 hab.). — *Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — Energie fournie par l'usine de Charny; transformée en continu : 3 fils, 220 volts.

Villotte (579 hab.). — *M. L. Collet.* — C — D : 3 fils, 240 volts. — FM : hydraulique.

Vilosnes (377 hab.). — *Société lorraine d'éclairage et de force par l'électricité.* — AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique.

Cette usine alimente :
Brieulles-sur-Meuse,
Damvillers,
Dannevoux,
Ecuray,
Haraumont,
Livry-devant-Dun,
Sivry-sur-Meuse,
Vilosnes.

Vraincourt (hab.). — Alimenté par l'usine de Courcelles-les-Aubreville.

VOSGES

Arches (1443 hab.). — *La municipalité.* — C—D : 2 fils, 115 volts. — FM : Hydraulique.

Attignéville (501 hab.). — *M. Radet.* — C—D : 3 fils, 230 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Attigny (513 hab). — *MM. Tinchant et Briot.* A, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique. Cette usine fonctionne en parallèle avec celle de Claudon et alimente :
Attigny,
Claudon,
Darney.

Bresse (la) (4787 hab.). — *La municipalité.* — AT, 50 périodes. — D : 4000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Bruyères (3550 hab.). — *MM. Dazey et Cie.* — C—D : 3 fils, 260 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Bussang (2508 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre.

Charmes (3696 hab.). — *MM. Dazey et Cie.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique et Vapeur.

Charmeuil (Voir Cornimont).

Claudon (779 hab.). — Usine marchant en parallèle avec celle d'Attigny.

Contrexéville (937 hab.). — *Société de force et lumière électriques.* — C—D : 3 fils, 240 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Cornimont (5268 hab.). — *M. Stouvenot.* — A, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique et gaz pauvre.
(L'usine génératrice est à Charmeuil, commune de Cornimont).
Cette usine alimente :
Cornimont,
Travexin.
Usine génératrice du Pont-du-Gouffre (voir Pont-du-Gouffre).

Coussey (623 hab.). — *M. Detieux.* — C—D : 2 fils, 150 volts. — FM : Hydraulique.

Darney (1430 hab.). — Alimenté par l'usine d'Attigny.

Dompaire-la-Viéville (1106 hab.). — *M. Pierrot.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Domrémy-la-Pucelle (308 hab.). — Alimenté par l'usine de Maxey-sur-Meuse.

Epinal (28 080 hab.). — *Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.* — C—D : 3 fils, 240 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Ferdrupt (1211 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre.

Fraize (3905 hab.). — Alimenté par l'usine de Rudlin.

Fresse (1864 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre.

Greux-Domrémy (262 hab.). — Alimenté par l'usine de Maxey-sur-Meuse.

Laveline (2079 hab.). — *Société anonyme locale.* — C—D : 2 fils, 240 volts. — FM : Hydraulique.

Maxey-sur-Meuse (375 hab.). — *Société lorraine d'éclairage et de force électriques.* — AT, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Cette usine alimente :
Domrémy-la-Pucelle.
Greux-Domrémy,
Maxey-sur-Meuse.

Ménil (le) (1339 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre.

Monthureux-sur-Saône (1364 hab.). — *Société lorraine d'éclairage et de force électriques.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Moyenmoutier (4698 hab.). — Alimenté par l'usine de Senones.

Plainfaing (5322 hab.). — Alimenté par l'usine de Rudlin.

Plombières-les-Bains (1869 hab.). — *Société anonyme fusion des gaz.* — C—D : 3 fils, 240 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz pauvre.

Pont-du-Gouffre (commune de Cornimont). — *Station électrique du Pont-du-Gouffre, Société anonyme.* — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Bussang.
Ferdrupt.
Fresse.
Ménil (le).
Ramonchamp.
Saint-Maurice-sur-Moselle.
Travexin.
Ventron.

Ramonchamp (1470 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre.

Rudlin (commune de Plainfaing). — *M. Pernot.* — AT, 50 périodes. — D : 4000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique.
Cette usine alimente :
Fraize.
Plainfaing.
Rudlin.

Saint-Dié (21 431 hab.). — *MM. Fabius Henrion et Cie.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.

Saint-Maurice-sur-Moselle (2916 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre.

Saulxures-sur-Moselotte (3420 hab.). — *La municipalité.* — AT, 45 périodes — D : 5000 volts au primaire, 116 volts au secondaire. — FM : hydraulique.

Senones (4151 hab.). — *Compagnie générale Senonaise.* — C — D : 3 fils, 250 volts. — Accu-

mulateurs. — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, 125 volts au secondaire. — FM : hydraulique et vapeur.
Cette usine alimente :
Moyenmoutier.
Senones.

Thaon-les-Vosges (4923 hab.). — *Société anonyme d'électricité et de distribution d'eau.* — C — D : 3 fils, 300 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.

Thillot (le) (3404 hab.). — *M. Stouvenot.* — C — D : 3 fils, 240 volts. — Accumulateurs. — FM : vapeur.

Travexin (464 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre et par celle de Charmeuil à Cornimont.

Uzemain-la-Rue (1410 hab.). — *M. Dugravot.* — C — D : 2 fils, 230 volts. — FM : hydraulique.

Val (le) d'Ajol (7146 hab.). — *MM. Durand frères.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : hydraulique et gaz pauvre.

Ventron (1451 hab.). — Alimenté par l'usine du Pont-du-Gouffre.

Vittel (464 hab.). — *Compagnie générale électrique de Nancy.* — C — D : 2 fils, 240 volts. — FM : vapeur.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Appareillage.

367 236. — Wengelin. — Interruption et fermeture d'un courant électrique (18 juin 1906).

Canalisations.

367 158. — Kuhlo. — Conducteurs électriques isolés (14 juin 1906).

Eclairage et Lampes.

366 267. — Cotis. — Lampe-régulateur à arc (19 juin 1906).

367 271. — Hug. — Support de lampes (19 juin 1906).

367 306. — Océnasèk. — Lampe à arc (20 juin 1906).

367 184. — Herdliczka-Csiszar. — Poteau-support pour lampes-éclair (15 juin 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

367 293. — Soc. Siemens et Halske. — Fabrication de tantale métallique (20 juin 1906).

367 165. — Ashcroft. — Electrolyseurs (14 juin 1906).

Electrothermie.

367 204. — Voelker. — Cartouche de chauffage (16 juin 1906).

367 213. — The Electric and Ordnance Accessories Cy et M. Rivers. — Plaque de chauffage (16 juin 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

367 211. — Arnold. — Pôles auxiliaires pour machines à courant continu (16 juin 1906).

Instruments de mesure.

367 157. — Hamilton et Ferranti. — Compteur électrique (14 juin 1906).

Traction.

367 292. — Planet. — Aiguillage aérien et terrestre (22 juin 1906).

Transformateurs.

367 277. — Sauvé et Robbins. — Bobines d'induction (19 juin 1906).

367 298. — Korda et Heyland. — Transformation rotative (20 juin 1906).

BIBLIOGRAPHIE

Courants polyphasés (*Polyphase Currents*), par Alfred Still. 1 volume de 350 pages avec nombreux diagrammes. Whiltaker et Cie 2 White Hart Street, Palmester Square, Londres, E.-C. 1906. Prix : 7 fr. 50.

L'emploi toujours croissant des courants alternatifs dans la transmission et la distribution de l'énergie électrique encourage les écrivains scientifiques à offrir au public des ouvrages traitant de cet intéressant sujet. Mais ce que demandent surtout les ingénieurs, les électriciens de profession et, en général, tous ceux qui veulent acquérir des connaissances pratiques sur les courants alternatifs, ce sont des ouvrages théoriques descriptifs mais dégagés de tout enseignement mathématique et en même temps de ces formules compliquées qui accompagnent ordinairement ces sortes d'études. M. Alfred Still a adopté cette manière de procéder et a traité magistralement ce difficile sujet en éliminant avec soin toute théorie mathématique pour appliquer plus largement les méthodes graphiques si commodes dans la pratique. Dans des chapitres préliminaires, l'auteur, en présentant une étude élémentaire des courants alternatifs, a voulu expliquer l'emploi des vecteurs pour résoudre les problèmes relatifs aux courants alternatifs. Puis vient la description des générateurs, la mesure et les calculs relatifs aux circuits, les transformateurs et la transmission de l'énergie. Les deux derniers chapitres sont consacrés aux moteurs. Le chapitre le plus important de cet ouvrage est celui de la transmission par courants polyphasés; M. Still l'a voulu ainsi et avec raison, car son livre est principalement destiné aux constructions de matériel à courants alternatifs et il est évident que cette partie est l'une de celles qui contient les plus nombreux problèmes à bien résoudre et les plus grandes difficultés à vaincre.

Rappelons en terminant que M. Still a déjà écrit sur les courants alternatifs et sur la théorie des transformateurs un ouvrage qui a eu le plus grand succès. Celui-ci aura certainement le même sort. — G. D.

CHRONIQUE

Programme des prix à décerner en 1907 par la Société industrielle de Mulhouse.

Parmi les nombreuses questions mises au concours, nous signalerons les suivantes qui intéressent particulièrement les électriciens :

— Médaille d'argent pour une application nouvelle

quelconque de l'électricité dans l'industrie du blanchiment, de la teinture et de l'impression des tissus.

— Médaille et éventuellement une somme d'argent, si le travail le mérite, pour la commande électrique d'une machine à imprimer, d'une machine à papier ou de toute autre machine à vitesse très variable par un moteur triphasé alimenté à fréquence et tension constantes. Le rendement du moteur, y compris les pertes accessoires dans les résistances, etc., pour un couple donné qui, à la vitesse de régime, correspondra au moins à 10 ch, ne sera jamais inférieur à 0,40 et son facteur de puissance jamais inférieur à 0,40 pour des vitesses variables (par un moyen électrique) du simple au quintuple. A vitesse normale et pour le couple normal mentionné ci-dessus, le rendement et le facteur de puissance seront d'au moins 0,75. Cette application devra avoir fonctionné six mois au moins dans un établissement de l'Alsace. La récompense sera accordée au constructeur, mais l'industriel chez lequel aura été faite l'application pourra également obtenir une médaille.

— Médaille et éventuellement une somme d'argent, si le travail le mérite, pour une étude comparative du rendement de la commande électrique et mécanique d'une filature ou d'une usine d'industrie textile faisant ressortir les avantages et les inconvénients qui peuvent en découler, et s'appuyant sur des résultats d'expérience.

— Médaille pour un appareil simple et peu coûteux, faisant fonction d'interrupteur automatique à maximum ou de coupe-circuit, avec la condition expresse qu'il devra pouvoir supporter, sans déclencher ou fondre, — pendant au moins 15 à 20 secondes, — un courant égal à 3 ou 4 fois le courant normal (démarrage) et déclencher ou fondre à coup sûr dans un laps de temps ne dépassant pas 10 minutes, pour un courant de 30 0/0 supérieur au courant normal. Cet appareil devra pouvoir s'appliquer aussi bien au courant continu qu'au courant alternatif; il devra pouvoir se construire en modèle bi et tripolaire et s'adapter surtout aux intensités inférieures à 50 ou 60 ampères. Son prix devra être assez bas pour qu'il puisse se substituer aux coupe-circuits fusibles employés actuellement, même pour de petits moteurs de 2 à 3 ch. Cet appareil ne sera pas nécessairement aussi bon marché qu'un coupe-circuit fusible ordinaire, surtout s'il est réglable.

Pour obtenir le prix, l'inventeur aura à remettre à la Société industrielle au moins un appareil sur lequel des essais concluants pourront être faits. Si l'appareil est un coupe-circuit à fusible, il faudra y joindre un nombre suffisant de fusibles pour permettre des essais complets.

— Médaille pour un modèle de coupe-circuit fusible d'installations jusqu'à 20 ou 30 ampères et 250/500 volts qui, tout en remplissant les conditions *exigées* par les prescriptions en vigueur, mentionnées sous A, se rapprochera le plus des desiderata mentionnés sous B.

A. Conditions indispensables.

a) L'intensité normale, ou calibre du coupe-circuit, est définie par les conditions suivantes :

Pouvoir supporter, sans fondre ou s'altérer, une intensité de 25 0/0 supérieure à celle de son courant normal.

Fondre à coup sûr dans un laps de temps n'excédant pas 2 minutes, pour une intensité double de la normale appliquée au coupe-circuit froid.

b) La construction devra être telle que, lors de la fusion, il ne puisse se produire d'arc durable, de projection de métal ou d'explosion, même dans le cas d'un court-circuit.

c) Le coupe-circuit devra être construit de manière à empêcher l'emploi erroné de fusibles trop forts.

d) La tension limite d'emploi et l'intensité normale du calibre seront indiqués sur la partie mobile (bouchon ou fiche.

B. Conditions désirées.

Il est désirable :

a) Que les indications exigées sous A (d) se trouvent à l'extérieur du coupe-circuit.

b) Qu'il n'y ait aucune pièce métallique sous tension, susceptible d'être touchée, soit extérieurement, soit pendant le remplacement de la partie mobile (bouchon, cartouche ou fiche).

c) Que la fraude du coupe-circuit, c'est-à-dire le remplacement du bouchon fusible par une autre pièce métallique, ou encore l'enlèvement ou l'adjonction de pièces permettant l'emploi de fusibles plus forts, soit rendue aussi difficile que possible.

d) Que la partie mobile (bouchon ou cartouche) elle-même soit en une seule pièce et sans couvercle facile à enlever. Les couvercles métalliques pour les bouchons fusibles ont d'ailleurs encore l'inconvénient de pouvoir être sous tension, lorsque le bourrage isolant devient humide.

e) Que le remplacement du fil fusible dans la partie mobile ne puisse être fait par un monteur quelconque, mais exige soit un outillage spécial, soit le retour du bouchon au constructeur.

f) Qu'il soit possible de constater facilement à première vue (sans sortir le bouchon) si le coupe-circuit a fonctionné.

g) Que les parties fixes des coupe-circuit destinés à 500 volts ne permettent pas l'adaptation de bouchons fusibles destinés à des tensions inférieures à 250 volts.

h) Que le coupe-circuit entier soit robuste, de dimensions assez petites, et se prête bien aux différentes combinaisons et groupements qui sont utiles dans une installation.

— Médaille pour une étude sur l'influence du transport de la force électrique à domicile sur le travail en dehors de la fabrique. Constate-t-on de ce fait une augmentation du travail à domicile? Cette évolution est-elle à souhaiter; quelles seraient ses conséquences sociales; le travail à l'usine en serait-il diminué?

K.

ERRATUM

Dans la nomenclature des villes et localités de la région de Paris dans lesquelles existe une distribution d'énergie électrique, page 156 de l'*Electricien* du 8 septembre, il y a lieu de rectifier comme suit les indications relatives à Bougival et à Chatou :

Bougival (2584 hab.). — *Compagnie l'Union des gaz.* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Chatou (3921 hab.). — *Compagnie l'Union des gaz.* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Et d'ajouter :

Croissy (2239 hab.). — *Compagnie l'Union des gaz.* — Alimenté par l'usine de Puteaux (Seine).

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

Paris. — De Soye et Fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 824 13 Octobre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (Janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

MANUFACTURE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

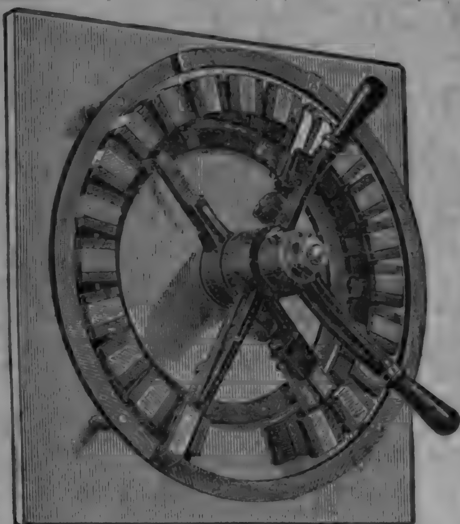
SPÉCIALITÉ POUR L'ÉCLAIRAGE

J. A. GENTEUR

122, Avenue Philippe-Auguste

TÉLÉPHONE : 940.38 — PARIS, 11e. — TÉLÉPHONE : Paris-Province.

SPÉCIALITÉ DE TABLEAUX DE DISTRIBUTION



APPAREILS POUR HAUTE TENSION

Réducteur double pour charge et décharge d'accumulateurs, avec plots morts et résistance intercalée.

Envoi franco du catalogue sur demande affranchie.

TOILE HUILÉE

UNIVERSAL

La première marque du monde

Fabrique de MICANITE, MICA, PAPIERS ISOLANTS, VERNIS et RUBANS ISOLANTS, etc.

AVTSINE ET Cie

12 bis, *Avenue des Gobelins*, 12 bis

PARIS

Téléph. 809-96 — Télégr. MICANITE PARIS

LYON : 18, rue du Plat. TÉLÉPHONE 2-23

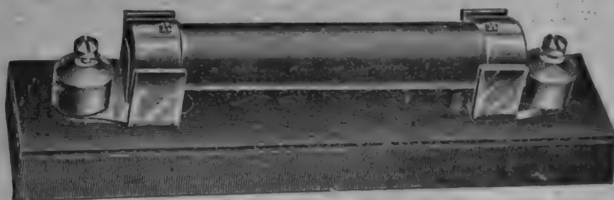
LÉON CHAPUIS & Cie

PARIS : 142, rue Lafayette. TÉLÉPHONE 431-98

Agents exclusifs pour la France et les Colonies de THE BRITISH JOHNS MANVILLE Co Ld

FUSIBLES CUIRASSES " NOARK " avec INDICATEUR NOIRCISSANT de façon très apparente quand le fusible fond.

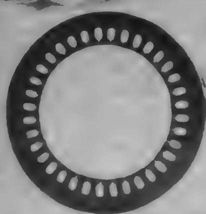
De 1/2 à 600 ampères et de 110 à 10.000 volts.

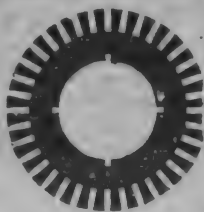


TYPE DE FUSIBLE AVEC SOCLE

Les FUSIBLES " NOARK " sont les seuls qui n'**ÉCLATENT JAMAIS, FONDENT sans BRUIT et SANS AMORCER l'ARC**, même sous un court-circuit **franc de 5.000 ampères.**

SOCLES de 1 ou plusieurs pôles pour FUSIBLES de toutes INSENSITÉS, BOITES ÉTANCHES, etc.





E. KRIEG & P. ZIVY

7, RUE BARBÈS, 7. MONTROUGE (SEINE)

(TÉLÉPHONE : 714-96)

Tôles découpées pour induits de Dynamos et enveloppes de Rhéostats.

MANUFACTURE D'APPAREILS

POUR

ÉCLAIRAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

BRONZES — LUSTRES — CANDÉLABRES

Installations complètes à FORFAIT

Pour HOTELS, CHATEAUX et VILLAS

LAMPES, DYNAMOS, CABLES, MOTEURS

Société des Anciens Établissements LACARRIÈRE

16, rue de l'Entrepôt

LYON PARIS NAPLES

NOUVELLE FORME

DU TÉLÉGRAPHONE POULSEN

Nous savons que le télégraphone de M. Waldemar Poulsen, de Copenhague, est un appareil destiné à enregistrer électriquement à distance la parole et à la reproduire; c'est une application du phénomène connu sous le nom de magnétisme rémanent.

Cet appareil obtint, à l'Exposition universelle de Paris 1900, un légitime succès et attira l'attention par son extrême simplicité et la régularité de son fonctionnement. On pouvait donc croire que son application pratique serait immédiate dans la plupart des bureaux téléphoniques sinon dans tous, d'autant plus qu'à cette époque on avait annoncé que certains bureaux danois l'employaient déjà couramment et que, de cette manière, on pouvait avoir une preuve écrite des communications, garantie qui avait toujours manqué jusqu'à ce jour. Cependant le télégraphone Poulsen n'est pas pour cela devenu populaire, son emploi ne s'est pas propagé et au contraire, depuis 1900, le silence s'est fait complet sur cette invention si ingénieuse et si remarquable. Quelle en est la cause? Nous ne pouvons la déterminer. Sa simplicité n'est-elle qu'apparente? Son fonctionnement n'est-il pas aussi régulier qu'on pouvait le prévoir? A-t-on jugé inutile d'adjoindre un enregistreur aux bureaux téléphoniques de peur d'en compliquer encore les organes? Peut-être toutes ces raisons ont-elles concouru à donner les résultats négatifs que nous signalons. Quoi qu'il en soit, M. Waldemar Poulsen ne considère pas son invention comme parfaite car, après avoir modifié l'appareil primitif, il vient encore d'y apporter tout récemment un changement notable dans sa forme et dans son fonctionnement. Le principe reste le même. Sans vouloir le détailler, puisqu'une description en a déjà paru jadis dans ces colonnes (1), nous devons cependant en rappeler les principaux caractères.

Le télégraphone Poulsen, qui est, en quelque sorte, un phonographe magnétique, enregistre les variations d'aimantation produites par le courant ondulatoire que la parole engendre; devant les pôles d'un électro-aimant se déplace un fil ou un ruban d'acier qui reçoit aux différents points de sa longueur une succession d'aimantations transversales dont le sens et la grandeur sont fonction de ce courant; on a fixé en quelque sorte sur ce fil la courbe magnétique de la parole.

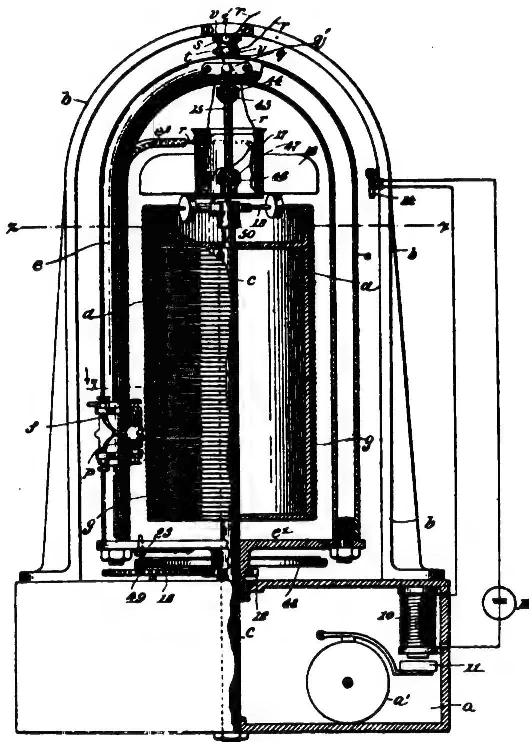


Fig. 1. — Enregistreur téléphonique Poulsen.

Ce dispositif est évidemment reversible et il suffira, pour reproduire une conversation enregistrée, de placer un téléphone en série avec l'électro-aimant qui a servi à l'enregistrement et de faire passer à nouveau entre les pôles de cet électro le fil d'acier sur lequel ont été tracées les empreintes magnétiques. Les phénomènes se reproduisent par ordre inverse. Les courants ondulatoires induits par les variations d'aimantation du fil d'acier ont pour effet de reproduire les sons primitifs dans le récepteur téléphonique.

L'enregistreur pourra être effacé sur le fil d'acier au moyen d'un courant continu traversant les spires de l'électro-aimant. Dans un premier modèle, M. Poulsen faisait mouvoir le fil d'acier devant un électro-aimant fixe. Dans un deuxième, au contraire, l'électro était mobile et passait successivement le long du fil d'acier fixe. *Western Electrician* nous donne aujourd'hui la description du récent dispositif adopté par le savant danois et faisant l'objet d'un dernier brevet. Son télégraphone actuel (fig. 1) se rapproche de plus en plus, comme forme, d'un phonographe ordinaire dont le rouleau serait vertical. Sur un tube *e* re-

(1) Voir l'*Electricien* 1900, 1er semestre, p. 337.

courbé en forme d'arc allongé peut glisser un petit manchon *f* auquel est fixé un électro-aimant. Les pôles de cet électro se terminent par une pointe qui, poussée en avant à l'aide d'un ressort, tend à s'appliquer constamment sur la surface du rouleau *d* dressé entre les bras recourbés du tube. Les deux extrémités du tube recourbé sont boulonnées sur un bras horizontal *e'* qui, enfilé sur un axe central vertical *c*, tourne autour de ce pivot dans l'intérieur du châssis de soutien *b*. Immédiatement au-dessous du bras horizontal *e'* est disposé un anneau fixe 48 portant, sur sa surface supérieure, deux contacts annulaires 49, de telle sorte que, pendant la rotation du système, une pointe à ressort 23, disposée sur le bras *e'* vient établir des connexions avec ces contacts et transmettre le courant dans le pourtour du tube et par suite dans gerie ; le tube recourbé en arc commence aussitôt à tourner autour du cylindre. Dès que la vitesse atteint une certaine valeur déterminée, le poids *p*, fixé au manchon de l'électro enregistreur, bascule sous l'effet de la force centrifuge et la pointe qui réunit les pôles de cet électro vient au contact du fil d'acier *g* et reste en contact avec lui ; l'électro glisse et remonte le long du tube par suite de la disposition en hélice du fil d'acier sur le cylindre. Arrivé au sommet du tube, c'est-à-dire en face de l'extrémité supérieure du cylindre, l'électro vient buter contre un doigt de contact qui ouvre le circuit local 10 et interrompt le fonctionnement par l'arrêt du mouvement d'horlogerie. Toutes ces opérations de mise en marche et d'arrêt s'obtiennent, comme on le voit, automatiquement, grâce à d'ingénieux petits organes supplémentaires.

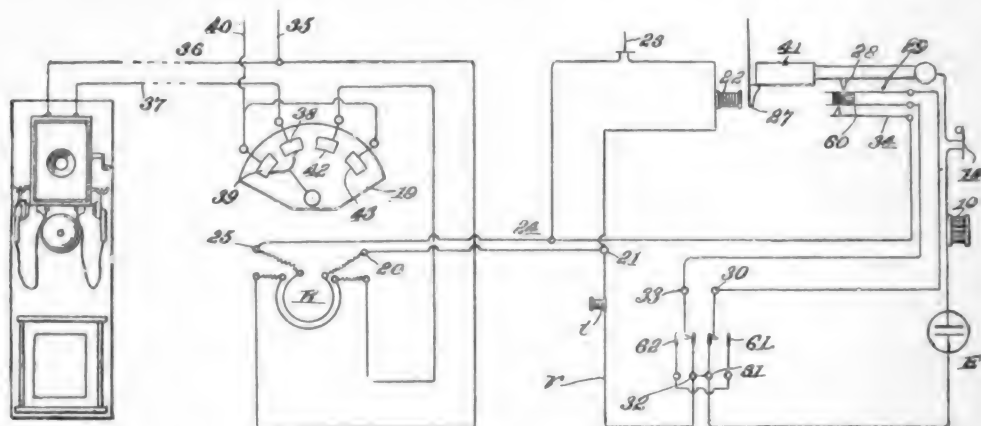


Fig. 2. — Diagramme des connexions de l'enregistreur téléphonique Poulsen.

les spires de l'électro-aimant. Sur la surface du rouleau *d* est enroulé en hélice un fil d'acier *g*. Lorsque, sous l'effet du mouvement d'horlogerie a', le tube *e* tourne autour de son pivot, l'électro ne cesse de s'appuyer sur toute la longueur du fil *g* central par l'intermédiaire des engrenages 12 et 13. Pour faire cesser le fonctionnement, on interrompt en 14 le circuit local d'une pile E comprenant un électro-aimant 10 qui laisse retomber son armature 11 ; cette dernière fait alors basculer un cliquet qui arrête le mouvement d'horlogerie.

Si nous supposons qu'une conversation téléphonique, des signaux sonores quelconques soient transmis électriquement à l'appareil à travers le circuit comprenant l'électro-aimant enregistreur et que ce dernier se trouve à ce moment dans la position extrême en bas du rouleau, si, d'autre part, on ferme le circuit local 10 qui commande le mouvement d'horlo-

Pour reproduire la conversation enregistrée, après avoir disposé un téléphone dans le circuit transmetteur, le cylindre est ramené à son point de départ et le fonctionnement recommence à s'effectuer comme précédemment.

La figure schématique 2 nous montre les connexions d'un poste téléphonique auquel est adjoint un télégraphone. Au moyen d'un commutateur 19 à quatre directions 38, 39, 42 et 43, on peut relier la ligne au poste téléphonique seul ou y comprendre le télégraphone. Dans la position montrée sur la figure, les bornes 38 et 39 communiquent ensemble et le circuit est établi sur le poste. Le courant passe alors par les fils 35 et 36, va au poste téléphonique, revient, par le fil 37, aux plots 38 et 39 et de là au conducteur 40 de la ligne. Si le levier du commutateur relie les deux plots 38 et 42, le télégraphone est alors mis en circuit avec le téléphone transmetteur. Dans ce cas, lorsque

l'abonné fait agir sa magnéto d'appel, un courant traverse, par le fil 36, les spires extérieures de la bobine d'induction à double enroulement R, arrive aux plots 42 et 38 et revient, par le conducteur 37 au poste téléphonique. Mais en même temps un courant a été induit dans les spires intérieures de la bobine R, il passe de la borne 20 à l'électro 22 par le fil 24 et revient à la borne 25 de la bobine. L'électro 22 a donc été excité, son armature est attirée et dégage un poids 41 qui s'abaisse et établit un contact entre le plot 28 et le ressort 29, fermant ainsi le circuit local de la pile E. Nous savons que ce circuit local commande, par l'électro 10, le mouvement d'horlogerie qui met en marche le télégraphone. Celui-ci enregistre donc la conversation comme nous l'avons indiqué plus haut. Mais comme le contact 23 n'agit qu'un instant et que le circuit 20, 21, 23, 24 et 25 reste ouvert pendant le fonctionnement du télégraphone, cette conversation peut être transmise sur la ligne en reliant sur le commutateur 19 les plots 42 et 43. Si, en outre, l'abonné récepteur n'est pas à l'appareil et ne revient que dans quatre heures, par exemple, cet avis, enregistré sur son télégraphone, sera transmis à son correspondant qui en tiendra compte pour un appel et une conversation ultérieure.

Nous voyons par cette sommaire description que M. Waldemar Poulsen semble avoir complété son invention primitive en y adjoignant des organes supplémentaires de fonctionnement afin de le rendre pratique et utilisable dans les postes téléphoniques. Ce dispositif sera-t-il cette fois applicable et adopté? L'avenir nous l'apprendra.

Georges Dary.

ENROULEMENTS D'INDUITS
EF SÉRIES PARALLÈLES

COMPLÉMENT A L'ÉTUDE ET A L'APPLICATION DE CES ENROULEMENTS AVEC CONNEXIONS ÉQUIPOTENTIELLES

Les ressources offertes aux constructeurs de dynamos à courant continu par ce genre d'enroulements sont bien connues aujourd'hui.

Il n'est pour ainsi dire pas une seule maison de construction qui n'ait été tentée, il y a quelque quinze ans, d'en faire l'expérience et il y en a peu, à notre connaissance, qui n'aient éprouvé d'abord de ce chef de sérieuses difficultés. La faveur dont les enroulements en séries parallèles avaient joui dès leur apparition fut dès lors, par le brusque retour des choses qu'imposent les tentatives industrielles non suivies d'un plein et immédiat succès, suivie d'un abandon presque complet. Les résultats pratiques bizarres, incohérents auxquels donnaient lieu des machines d'apparence identique, les irrégularités de la commutation furent les causes principales apparentes qui enrayèrent la persistance des constructeurs.

A dire vrai, le professeur Arnold avait réussi, dès 1891, à appliquer les enroulements en séries parallèles à des machines à courant continu tétra et hexapolaires des ateliers d'Oerlikon; cet exemple fut suivi par Felten et Guillaume-Lahmeyer de Francfort-sur-le-Mein, par l'Allgemeine Electricitäts Gesellschaft de Berlin et nombre d'autres. L'application des connexions équipotentielles donnait les résultats les plus satisfaisants; il y avait aussi, toutefois, quantité de machines de ce genre fonctionnant très bien sans connexions équipotentielles, mais restant délicates quant au calage des balais. D'autres, après des essais satisfaisants en laboratoire puis, durant un certain temps, en service courant, donnaient lieu, sans cause apparente, à des crachements de plus en plus accentués. Dans bien des cas, la simple adjonction de connexions équipotentielles a suffi pour remédier aux défauts signalés.

Nous avons exposé ici même, pour cette Revue, d'après le professeur Arnold, la théorie des enroulements en séries parallèles et les avantages de leur emploi (*Electricien* tome XXIV, 1902, pages 1, 35, 49, 137 et 152) (1).

Néanmoins l'application des enroulements en séries parallèles ne laissant pas que d'être fort délicate, faute d'une analyse suffisamment complète de leurs propriétés, nombre de constructeurs hésitent encore à y recourir.

Le professeur Arnold, poursuivant ses études sur ce sujet, vient de donner dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 5 juillet 1906, une étude définitive mettant en évidence les points spéciaux et les particularités sur lesquels doit se fixer l'attention de l'ingénieur dans l'examen et le choix critique des enroulements en séries parallèles. Grâce à ce travail, toute incertitude est levée, quant au résultat à atteindre et toutes les difficultés susceptibles d'être soulevées par la réalisation d'induits à courant continu avec enroulements en séries parallèles sont résolues.

(1) Voir également *la Machine à courant continu*, par E. Arnold, traduction Boistel et Brunswick.

Ayant préconisé depuis leur apparition l'emploi des enroulements en séries parallèles et montré les avantages qu'ils offrent pour la réalisation des machines, nous considérons comme une tâche utile, intéressante d'ailleurs, de résumer aujourd'hui pour nos lecteurs l'intéressante étude complémentaire de M. le professeur Arnold que nous empruntons au numéro déjà cité de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*.

Tout en rappelant les avantages des enroulements en séries parallèles, cette étude précise les règles à suivre pour arriver à un choix judicieux des conditions-limites dans lesquelles l'emploi de ces enroulements doit conduire infailliblement à des résultats pratiques, dont le critérium essentiel est donné par la bonne tenue du collecteur et des balais.

Rappelons d'abord les conditions générales dans lesquelles se présente l'application des enroulements en séries parallèles.

Pour profiter pleinement des avantages des enroulements en séries parallèles, le constructeur doit s'efforcer de réaliser autant que possible des enroulements en barres dont la main-d'œuvre est plus simple, moins coûteuse et l'exécution plus parfaite. A cet égard, l'intensité par voie, avec un enroulement de ce genre, doit être comprise entre 60 et 200 ampères, de préférence supérieure à 100 ampères, afin de pouvoir donner aux barres des dimensions avantageuses. Dans la plupart des cas, la faculté de choisir presque arbitrairement le nombre des voies d'enroulement (**2 a**) permet de satisfaire à cette première condition.

Les enroulements en séries parallèles sont ainsi appelés à rendre de particuliers services en raison des combinaisons qu'ils autorisent d'abord entre le nombre de pôles (**2 p**) et le nombre de voies d'enroulement (**2 a**); ce dernier est indépendant de 2 **p** et n'est astreint qu'à la condition d'être un nombre pair.

Mais l'application des connexions équipotentielles, quoique presque toujours suffisante pour corriger les défauts de la commutation dans les enroulements en séries parallèles, peut donner lieu, de son côté, à des échauffements exagérés si *l'évaluation des pas* n'est pas faite correctement.

L'étude montre que, comme pour tout genre d'enroulement, il est essentiel d'assurer à chaque instant, et entre toutes les voies d'enroulement, l'égalité des forces électromotrices induites.

Il convient donc d'obtenir avant tout *la symétrie des voies d'enroulement*.

En principe, la condition de symétrie conduit à disposer sur le collecteur **2 p** lignes de balais et à réduire au minimum le nombre des entrées de l'enroulement.

[Nous rappellerons en passant que lorsqu'un enroulement peut être complètement parcouru d'une façon continue en passant par tous les faisceaux induits consécutifs, sans en omettre un seul, de façon à réaliser un circuit fermé unique, on dit que l'*enroulement ne comporte qu'une seule entrée* ou encore que l'enroulement est *simplement fermé*.

Quand tous les faisceaux d'un enroulement donné ne constituent pas un circuit fermé unique, mais forment plusieurs circuits fermés indépendants les uns des autres, on dit que l'enroulement est à *entrée multiple* (double, triple, etc., entrée) ou à *fermeture multiple*.]

Nous avons maintenant à examiner en détail le rôle des connexions équipotentielles et les conditions complémentaires de symétrie qui en découlent.

Action des connexions équipotentielles dans les enroulements en séries parallèles.

Les connexions équipotentielles répartissent uniformément le débit entre les diverses lignes de balais; elles offrent aussi un chemin non inductif parallèle aux frotteurs, pour les courants additionnels de la commutation, ce qui soulage d'autant, à ce point de vue, les balais.

Il est à remarquer qu'*avec les enroulements en séries parallèles, tous les balais de même polarité sont, en principe, réunis en série par les sections en commutation*, mais que les connexions équipotentielles offrent au courant un chemin presque non inductif de résis-

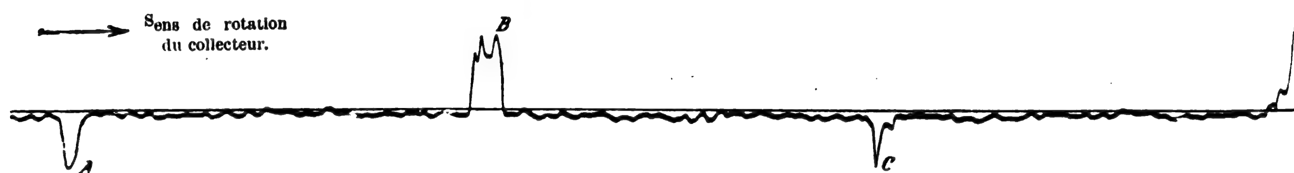


Fig. 1.

tance moindre; de plus, si les balais couvrent moins de **a** lames, les balais de même polarité ne sont plus réunis par une section en commutation, mais par un circuit plus compliqué.

L'oscillographie (fig. 1) permet de montrer qu'une fraction importante du courant additionnel de commutationpasse par les connexions équipotentielles.

Cette figure montre l'allure, à chaque instant, du courant dans une bobine d'induit de machine à six pôles avec couplage en série ($a = 1$, par conséquent), sans connexions équipotentielles, la machine étant à vide. Les balais sont ici disposés suivant six lignes et décalés de 30 degrés, sur la zone neutre, c'est-à-dire assez fortement. Le circuit extérieur étant ouvert, l'induit ne pouvait être parcourue que par les courants additionnels de la commutation.

La bobine se trouve en court-circuit en A, B, C, D. Il est à remarquer que les courbes A, B, C, D, qui correspondent aux divers balais, sont très différentes. L'expérience montre, en outre, que les courbes relevées à la suite les unes des autres, pour une seule ligne de balai, dans les mêmes conditions apparentes, diffèrent aussi très essentiellement les unes des autres et affectent les formes les plus variées, de sorte que les courbes A, B, C, D peuvent être considérées tout aussi bien comme relatives à la même ligne de balais.

Dans les intervalles compris entre A et B, B et C, etc., la bobine ne produit pas, à proprement parler, de courant, mais une partie du courant de commutation la traverse; il faut entendre par là qu'une partie du courant additionnel de commutation d'une section traverse la portion de l'enroulement comprise entre un balai et le voisin.

Admettons maintenant que les connexions équipotentielles aient une résistance et une réactance inférieures à celles d'une voie d'enroulement, il résulte alors des différentes formes des courbes du courant de commutation (par exemple A et C ou B et D, ou encore si les balais de même polarité ne donnent pas simultanément lieu au phénomène de commutation) qu'il doit s'y produire inévitablement des courants de compensation.

Les connexions équipotentielles donnent lieu, dans ces conditions, aux effets suivants :

1° Si les résistances au contact des balais sont inégales, le courant de compensation tend à prendre le chemin des connexions équipotentielles non inductives;

2° Les courants additionnels de la commutation s'écoulent en partie par les connexions équipotentielles, ce qui soulage d'autant le fonctionnement des balais;

3° Les courants de compensation engendrés dans les connexions équipotentielles par les dissymétries des champs réagissent sur celles-ci et atténuent les efforts exercés sur l'induit par ces dissymétries;

4° Les différences de potentiel entre lames voisines se répartissent uniformément à la périphérie du collecteur.

Du pas du potentiel.

Définissons tout d'abord un certain nombre de symboles qui seront employés dans la suite de cette étude; nous envisagerons ainsi les grandeurs :

$\mathbf{k}$ = nombre de lames du collecteur;

$\mathbf{z}$ = nombre d'entailles de l'armature;

$\mathbf{u}_n$ = nombre de faisceaux induits contenus dans une entaille;

$\mathbf{2a}$ = nombre de voies d'enroulement de l'induit;

$\mathbf{2p}$ = nombre de pôles de la machine considérée;

$\mathbf{y}^k$ = pas résultant exprimé en fonction du nombre des lames du collecteur;

$\mathbf{y}^p$ = pas du potentiel.

La relation définissant le pas du potentiel et établie par le professeur Arnold (1) est comme l'on sait :

$$\mathbf{y}^p = \mathbf{x}\,\mathbf{y}^k \pm \mathbf{x}\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}} \qquad (1)$$

d'où l'on a déduit

$$\mathbf{y}^k = \frac{\mathbf{k}}{\mathbf{p}} \mp \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}} \text{ ou } \mathbf{k} = \mathbf{p}\mathbf{y}^k \pm \mathbf{a} \qquad (2)$$

En général, on peut relier **a** points de l'enroulement, en un même système de connexions et pour réaliser celui-ci il faut au moins réaliser ($a - 1$) pas du potentiel, de telle sorte que l'ensemble de a pas du potentiel constituent une figure fermée, et que l'on a, par suite, la relation complémentaire

$$\mathbf{y}^{p_1} + \mathbf{y}^{p_2} + \mathbf{y}^{p_3} + \dots + \mathbf{y}^{p_a} = \mathbf{k}$$

Écrivons (1) et (2) sous la forme suivante :

$$\mathbf{y}^p = \mathbf{x}\left(\mathbf{y}^k \pm \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}}\right)$$

et

$$\mathbf{k} = \mathbf{p}\left(\mathbf{y}^k \pm \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}}\right)$$

(1) Voir Arnold, *la Machine à courant continu* (traduction Boistel et Brunswick), 1er vol.
Voir aussi l'*Electricien* (loc. cit.).

il en résulte évidemment que l'on doit avoir :

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_a = p.$$

Les valeurs de x_1 à x_a des a pas du potentiel peuvent différer entre elles; les pas du potentiel sont alors inégaux.

Lorsque le terme $x\frac{a}{p}$ n'est pas un nombre entier, y^p ne peut être théoriquement un nombre entier; on peut cependant par un artifice le remplacer par un nombre entier en adoptant non plus la valeur théorique, mais une valeur approchée. Il faut naturellement que celle ainsi choisie s'écarte aussi peu que possible de la valeur calculée et, dans ce but, on prend pour x la valeur la plus voisine possible de $\frac{p}{a}$.

Cette condition conduit à égaler l'expression $x\frac{a}{p}$ à l'unité.

La formule (1) donne alors pour y^p une valeur entière fournie par la relation

$$y^p = xy^k \pm 1 \qquad (3)$$

La condition

$$y^{p_1} + y^{p_2} + y^{p_3} + \dots + y^{p_a} = k = p_{yk} \pm a$$

doit rester également remplie pour les pas ainsi déterminés.

Nombre de fermetures de l'enroulement permettant d'obtenir l'équilibre des forces électromotrices dans les systèmes compensateurs.

La constitution possible, dans le cas des enroulements en séries parallèles, de séries de systèmes fermés sur a points, c'est-à-dire de systèmes égalisateurs ou compensateurs, impose pour n'importe quel enroulement de ce genre la relation fondamentale.

$$\frac{k}{a} = \text{nombre entier.}$$

Considérons maintenant les circuits compris entre deux systèmes de compensation et les bobines situées entre les points de liaison. Chacun de ces circuits devra comprendre, pour qu'il y ait égalité entre les forces électromotrices en opposition, un nombre égal de sections. Cette condition ne se réalise évidemment pour tous les circuits que si $\frac{k}{a}$ est un nombre entier.

Soit g le plus grand diviseur commun de p et a.

Par suite $\frac{a}{g}$ est le nombre minimum des fermetures de l'enroulement permettant d'admettre pour $\frac{k}{a}$ une valeur entière.

Si $\frac{p}{a}$ est un nombre entier, la condition peut être satisfaite pour un enroulement à fermeture simple.

Il a déjà été dit plus haut qu'il y avait intérêt à adopter le minimum de fermetures.

Le tableau suivant indique le nombre minimum de fermetures $\left(\frac{a}{g}\right)$ qu'on peut réaliser dans des circonstances déterminées et permettant de prendre $\frac{k}{a}$ égal à un nombre entier.

Pour $p =$	4	$a = 2$	l'enroulement	est à fermeture	simple.
—	4	3	—	—	triple.
—	6	3	—	—	simple.
—	6	4 = 2 . 2	—	—	double.
—	6	6	—	—	simple.
—	10	3	—	—	triple.
—	10	4 = 2 . 2	—	—	double.
—	12	4	—	—	simple.
—	12	8 = 2 . 4	—	—	double.
—	12	9 = 3 . 3	—	—	triple.

(*A suivre*). E.-J. BRUNSWICK.

POTEAUX EN BOIS

POUR CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

Dès le début de la construction des lignes télégraphiques, on s'est préoccupé des moyens propres à empêcher la pourriture des bois utilisés comme poteaux et l'on a cherché à prolonger leur durée à l'aide de procédés très divers.

On sait aujourd'hui que les phénomènes de pourriture constatés dans les bois morts sont

dus à la présence dans la sève de composés azotés qui, sous l'influence de micro-organismes, se décomposent facilement. Cette décomposition des matières azotées entraîne celle de la fibre du bois qui, sans cette cause, ne serait pas exposée à être détruite par pourriture.

Les micro-organismes, qui sont les principaux facteurs de la décomposition du bois, sont amenés par l'air et par l'humidité. Dans ces conditions, il est nécessaire, pour empêcher la pourriture de se produire, de mettre le bois à l'abri de l'air et de l'humidité et, en même temps, d'éliminer complètement les matières azotées contenues dans la sève, ou encore d'entraîner ces matières nuisibles dans des combinaisons chimiques insolubles.

La conservation du bois a été obtenue d'une manière plus ou moins satisfaisante par les méthodes suivantes :

1° Séchage artificiel et mise à l'abri du contact de l'air en carbonisant la surface du bois ou en la recouvrant d'une couche de peinture ;

2° Elimination de la sève par dilution ou vaporisation ;

3° Imprégnation du bois avec des substances chimiques pouvant former des composés insolubles avec les matières azotées contenues dans la sève.

Les deux premiers procédés, d'usage courant, sont suffisants lorsque le bois a peu d'épaisseur et qu'il est facilement accessible pour l'entretien, à la condition toutefois qu'il ne se trouve pas en contact avec le sol.

Il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de poteaux pour canalisations électriques ou de traverses pour voies de chemin de fer ou de tramways. Dans ce cas, le seul procédé de préservation à utiliser est le troisième, c'est-à-dire l'imprégnation, consistant soit à imbiber le bois avec des liquides antiseptiques, soit à les injecter sous pression avec des solutions de sulfate de cuivre, de chlorure de zinc, de bichlorure de mercure, de créosote, etc.

Le principe des procédés d'imprégnation par injection, utilisant la pression de la vapeur ou de l'air, consiste généralement à mettre les pièces de bois à imprégner dans des récipients métalliques fermés. Ces récipients sont des bacs cylindriques dont les deux extrémités sont hémisphériques et dont l'une est disposée pour pouvoir s'ouvrir. Les pièces de bois étant placées dans le récipient, on le ferme et on y raréfie l'air au moyen de pompes pneumatiques ; on y introduit ensuite le liquide antiseptique sous haute pression afin d'injecter avec force ce liquide dans les canaux de la sève et dans les interstices du tissu cellulaire.

L'emploi de la créosote a donné des résultats des plus satisfaisants en ce qui concerne la conservation des traverses en bois dur destinées à l'établissement des voies de chemins de fer et de tramways. Quoique la créosote soit le meilleur liquide antiseptique à employer pour la conservation des bois, l'emploi de ce produit pour injecter les poteaux des lignes électriques présente certains inconvénients assez fâcheux : odeur pénétrante, suintement du liquide sous l'action du soleil et, par suite, malpropreté des appuis ; dans ces conditions, il n'est guère possible d'utiliser des poteaux ainsi préparés dans les lieux habités, d'autant plus que leur montage présente des dangers pour la santé des ouvriers qui exécutent ce travail.

L'emploi du chlorure de zinc a dû également être abandonné, car, malgré ses excellentes propriétés antiseptiques, il perd assez rapidement cette qualité à cause de l'humidité qu'il absorbe et qui entraîne peu à peu la majeure partie de ce sel très soluble.

Pour la conservation des poteaux destinés à l'établissement des lignes électriques, on ne peut donc songer à utiliser ni la créosote ni la solution de chlorure de zinc. D'autre part, le goudron, le carbolineum, la peinture à l'huile doivent aussi être écartés parce que ces substances ne sont pas seulement sans effet utile, mais peuvent même devenir nuisibles dans certains cas, par exemple lorsque le bois employé n'est pas absolument sec. En effet, la couche imperméable formée par la peinture empêche l'évaporation de l'humidité encore contenue dans le bois et donne lieu, au bout de peu de temps, à une détérioration beaucoup plus grande que celle qui se serait produite si le bois non badigeonné avait été simplement exposé à l'action de l'air. En admettant même que le bois employé soit parfaitement sec, la peinture ne constitue pas une protection suffisante, parce que la couche qu'elle forme, exposée à l'air, à la lumière et à la pluie, perd rapidement sa consistance et se désagrège.

On emploie actuellement pour l'établissement des canalisations électriques aériennes des poteaux injectés au sulfate de cuivre, par le procédé Boucherie, ou au bichlorure de mercure, par le procédé Kyan.

A l'origine, dans le procédé Boucherie, on utilisait la montée naturelle de la sève ; l'arbre, dépouillé de ses racines et de ses branches,

était plongé dans la solution de sulfate de cuivre par l'extrémité coupée. Depuis, le procédé a été perfectionné et l'on injecte les poteaux sous pression; la solution de sulfate de cuivre, placée dans une cuve disposée à une hauteur convenable, chasse la sève et la remplace.

Pour obtenir de bons résultats, il faut procéder à l'injection tant que la sève est encore à l'état liquide, c'est-à-dire qu'il est nécessaire d'opérer sur des arbres fraîchement abattus. Au printemps, alors que la sève est la plus fluide, il ne faut pas qu'il s'écoule plus de 10 jours entre la chute de l'arbre et sa préparation; en été, où la chaleur fait coaguler la sève déjà visqueuse, ce délai se réduit à 8 jours. Il n'est cependant pas toujours possible de procéder à l'injection dans le délai réellement très court qui s'écoule depuis l'abattage jusqu'au moment de la préparation, même en hiver, période naturelle des coupes, où tout le service des forêts est occupé à l'exploitation des bois et aux travaux s'y rattachant, y compris le transport; en été, en dehors de la période des coupes, il est presque impossible d'appliquer le procédé Boucherie. Il faut déjà une quantité considérable d'ouvriers forestiers pour que, l'arbre une fois abattu, on puisse aussitôt le préparer, c'est-à-dire l'ébrancher, l'assortir et le couper à la longueur voulue en observant les mesures prescrites; ensuite, il faut immédiatement éloigner les poteaux des endroits d'abattage, travail qui ne va jamais assez vite, par suite de la grande quantité de bois à travailler. Puis on doit effectuer le chargement et le transport des poteaux jusqu'au chantier de préparation. Toutes ces opérations doivent être poursuivies sans aucune interruption, ce qui est rarement exécutable dans la pratique. On sait, par expérience, que tous les ans, il y a des cas où, par suite d'un mauvais hiver ou de tempêtes violentes et tardives, le travail et le transport se prolongent jusqu'à la saison la plus reculée, de sorte qu'il est difficile d'avoir les aides et les moyens de transport nécessaires, ces derniers étant employés pour la plus grande partie aux travaux agricoles. Lorsque de tels cas se présentent, le délai très court de 8—10 jours se trouve facilement dépassé. Il peut alors arriver que des bois, abattus depuis un certain temps et dont le transport aux chantiers a été différé pour les raisons indiquées ci-dessus, soient cependant soumis à l'injection par le procédé Boucherie, afin d'éviter une perte sensible.

On s'explique ainsi les mauvais résultats obtenus, au point de vue de la durée, avec des poteaux préparés par le système Boucherie dans des conditions aussi défavorables, à un moment où la sève est déjà visqueuse, coagulée ou en fermentation.

Il y a lieu aussi d'imputer à ces circonstances défavorables, le fait que le pourcentage de poteaux que l'on doit remplacer pendant les cinq premières années de service est très élevé.

De plus, la nature du terrain dans lequel ils sont plantés a une influence notable sur la durée des poteaux injectés au sulfate de cuivre; M. Paulet a trouvé que les combinaisons du sulfate de cuivre (dont les propriétés antiseptiques sont d'ailleurs plus faibles que celles des autres sels métalliques et surtout que celles du bichlorure de mercure) avec les composés azotés de la sève, dont la soi-disant insolubilité constitue le principe de la méthode Boucherie, ne sont pas complètement insolubles dans l'eau et sont très facilement solubles dans l'eau contenant de l'acide carbonique. Ce fait explique la détérioration rapide des poteaux plantés dans un sol calcaire : elle est amenée par l'action de l'acide carbonique ou du bicarbonate de chaux en dissolution dans l'eau.

Un procédé d'imprégnation, convenant tout particulièrement à la préparation des poteaux des lignes électriques, est celui dû à M. Kyan et qu'il a appelé « kyanisation ». Il consiste dans l'emploi de bichlorure de mercure qui est un antiseptique très puissant. Les propriétés antiseptiques du bichlorure de mercure étaient déjà connues au moyen âge; les bûcherons de ce temps imprégnaient leur bois avec une solution au sublimé pour le protéger contre la vermoulure et la pourriture. Les recherches de M. R. Koch ont démontré que le bichlorure de mercure en solution dans l'eau au 1 : 10 000 000 arrêtait encore le développement de certains champignons, et que en solution au 1 : 3 000 000 il le supprimait complètement.

L'action exercée sur le bois imprégné de bichlorure de mercure suivant le procédé de Kyan, c'est-à-dire « kyanisé », est due principalement à la formation de combinaisons insolubles avec l'albumine renfermée dans la sève.

Une preuve de la presque complète insolubilité du bichlorure de mercure contenu dans le bois, c'est qu'en laissant séjourner dans l'eau du bois ainsi préparé, on constate qu'il ne perd pas de bichlorure de mercure, ou bien seulement des traces tout a fait insignifiantes.

On utilise la solution à 2 à 3 0/0 pour la kyanisation. Le procédé consiste à plonger le bois à imprégner dans la solution contenue dans des

récipients en bois ou en ciment; on ne peut en effet employer le fer qui, au contact du bichlorure de mercure, précipiterait le mercure et se transformerait lui-même en chlorure de fer. Cette imprégnation se prolonge pendant dix à quinze jours, suivant la température de la solution, la nature et l'état du bois.

Grâce à ses propriétés antiseptiques, il suffit d'une faible quantité de bichlorure de mercure pour donner au bois une protection efficace. Pour l'imprégnation, un simple séjour dans la solution suffit, sans que l'on ait besoin de recourir à la pression.

Il n'est donc pas nécessaire de recourir à des manipulations compliquées, tandis que les autres procédés de conservation du bois nécessitent l'emploi de machines spéciales plus ou moins compliquées.

Avec le système Kyan, ce serait une erreur de vouloir juger la valeur du procédé, au point de vue de la conservation du bois, en vérifiant, par des méthodes chimiques, si le liquide antiseptique a bien pénétré jusqu'au cœur du bois, comme on a l'habitude de le faire pour les poteaux injectés au sulfate de cuivre. On sait que le sulfure d'ammonium est employé en chimie comme réactif pour déceler le bichlorure de mercure; si donc on examine la section d'un poteau kyanisé, traitée avec du sulfure d'ammonium, on constate qu'il n'apparaît qu'un cercle relativement étroit de coloration noire provoquée par la formation de sulfure de mercure; ce cercle reste localisé à la partie extérieure du poteau, tandis que l'intérieur ne change pas de couleur au contact du réactif. Ce phénomène, qui a déjà été souvent invoqué pour déprécier la valeur de la kyanisation en se fondant sur ce fait pour alléguer que le bois était insuffisamment imprégné et, par conséquent, ne présentait pas les garanties de durée exigibles, s'explique facilement par la nature de la méthode. En tout cas, les expériences faites sur les pièces de bois imprégnées par ce procédé ont donné d'excellents résultats quoique cette imprégnation paraisse superficielle. Ces résultats favorables peuvent s'expliquer si l'on admet soit que des traces de bichlorure de mercure, décelées difficilement par l'analyse, suffisent à conserver la partie intérieure du bois; soit que la pénétration soit plus complète qu'on ne le croit, les réactifs chimiques ordinaires n'étant pas assez sensibles pour accuser la présence de quantités aussi faibles de bichlorure de mercure.

Contrairement à la manière d'opérer suivie dans le procédé Boucherie, on ne se sert dans la kyanisation que de bois coupé en dehors du temps de la sève; ce bois doit être bien séché et dépourvu de son écorce avant d'être plongé dans la solution de bichlorure de mercure. C'est là un point capital qui, s'ajoutant à l'action énergique du bichlorure de mercure, assure à la kyanisation un avantage sur les autres méthodes de conservation, car aucune autre n'implique dans la même mesure une préparation aussi soignée du bois à conserver. Le procédé Boucherie, par exemple, ne comporte pas une telle marge pour le choix et la préparation du bois. Si, pour la kyanisation, il est indispensable tout d'abord de n'employer que du bois présentant déjà par lui-même des garanties de durée, d'autre part, la nature de ce procédé n'impose pas la restriction désavantageuse du choix de l'espèce de bois la mieux appropriée, comme avec le procédé Boucherie, pour lequel on ne peut employer que du bois se trouvant dans le voisinage immédiat du chantier d'injection, afin que la condition de fluidité de la sève des bois fraîchement coupés puisse être remplie. Il est, par conséquent, possible de toujours choisir, pour la kyanisation, des poteaux, le bois le meilleur, c'est-à-dire le bois de montagne à croissance lente et à grain fin. Un séchage approprié des pièces de bois emmagasinées dans ce but sous un appel d'air, permet non seulement de procéder à la kynisation, mais encore de faire pénétrer le liquide antiseptique dans les parties du bois qui sont mises à découvert par suite des fentes provoquées par le séchage. Les bons résultats de ce mode de préparation doivent être appréciés si l'on tient compte de ce fait que des poteaux, injectés à l'état frais, sèchent ensuite naturellement et que les fentes qui se produisent permettent l'introduction de tous les germes de pourriture qui pénètrent ainsi facilement dans l'intérieur du bois et amènent la rapide détérioration des poteaux.

La nature du terrain ne paraît pas jusqu'à présent avoir d'influence sur la durée des poteaux kyanisés, comme c'est le cas pour les poteaux injectés au sulfate de cuivre plantés dans un sol calcaire.

La kyanisation permet, si c'est nécessaire, de décorer les mâts en les recouvrant d'une couche de peinture, sans que pour cela le résultat de l'imprégnation soit modifié.

Les expériences faites avec des poteaux kyanisés ont montré la grande valeur économique de ce procédé.

D'après de nombreuses statistiques officielles, publiées par l'administration des Postes et des

Télégraphes de l'empire allemand, la durée moyenne des poteaux kyanisés serait de près de dix-sept ans, tandis que celle des poteaux injectés au sulfate de cuivre ne serait que de treize ans neuf mois et celle des poteaux non préparés, mais en bois dur tel que le chêne, ne dépasserait pas six ans sept mois.

Les mêmes statistiques indiquent dix-neuf ans huit mois comme durée moyenne des potaux imprégnés de créosote, mais malgré cette supériorité, ces appuis ne sauraient être employés à cause des inconvénients qu'ils présentent et qui ont été déjà signalés.

En ce qui concerne les canalisations industrielles d'énergie électrique, il y a certainement un grand avantage économique à employer des poteaux en bois kyanisé, toutes les fois que des pylones en fer ne sont pas exigés.

Quant au choix à faire entre les poteaux en bois et les poteaux en fer pour l'établissement des lignes électriques, il y a deux points à considérer : la question technique et la question économique. Au point de vue technique, la question peut être actuellement considérée comme résolue et cela aussi bien à l'avantage des appuis métalliques qu'à celui des appuis en bois. Mais, au point de vue économique, il est évident, que le poteau en bois l'emporte, si l'on tient compte du prix d'achat, de la durée, des frais de transport et de pose, de l'amortissement et de l'entretien.

La préparation des potaux par le procédé Kyan s'effectue dans les établissements de MM. Himmelsbach frères à Fribourg (grand-duché de Bade).

Cette importante maison possède actuellement trois ateliers de kyanisation pour les poteaux et six pour les traverses.

Les ateliers de préparation des poteaux sont installés à Walhallastrasse, Gaulsheim et Krozingen en Brisgau, immédiatement auprès de la Forêt Noire qui fournit la majeure partie des bois employés.

Les poteaux à préparer sont immergés dans la solution de bichlorure de mercure contenue dans de grands récipients ayant jusqu'à 30 m de longueur, de façon à permettre le traitement des poteaux les plus longs.

MM. Himmelsbach ont exposé à Milan et leur stand renferme, à côté d'échantillons de troncs des différentes sortes de bois, des poteaux pour lignes télégraphiques, téléphoniques et de transport d'énergie, ainsi que des traverses de chemins de fer et de tramways.

Les poteaux exposés sont munis de leur armement et ont été préparés par le procédé Kyan. Les bois proviennent de la Forêt Noire.

Des sections transversales et longitudinales de poteaux télégraphiques kyanisés, ayant été en service pendant vingt-quatre et trente-quatre ans, figurent également dans cette exposition et leur examen montre la parfaite conservation du bois, même aux endroits les plus directement exposés à la destruction, c'est-à-dire dans la partie enterrée.

De Kermond.

RÉGLEMENTATION

RELATIVE AUX MOTEURS DE TRACTION A COURANT CONTINU

L'union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local a tenu son congrès à Milan du 17 au 21 septembre 1906.

Parmi les nombreuses communications faites, nous devons signaler comme très intéressante celle qui a trait à la réglementation des moteurs de traction.

Ce projet de réglementation, dont le texte suit, a été présenté au congrès international de Milan par MM. G. Kapp, professeur à l'Université de Birmingham, ancien secrétaire général de l'Association allemande des électriciens; G. Rasch, professeur à l'Ecole polytechnique d'Aix-la-Chapelle; A. Blondel, professeur à l'Ecole des Ponts-et-Chaussées, Paris; E. d'Hoop, directeur du service technique à la Société « Les Tramways bruxellois »; C. H. Macloskie, ingénieur en chef à l'Allgemeine Elektricitæts-Gesellschaft; Swinburne, ancien président de l'Association anglaise des électriciens, et Wyssling, professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich.

Prescription générale.

§ 1. — Les prescriptions suivantes devront être observées dans les offres de vente et dans l'exécution éventuelle de celles-ci, à moins qu'elles n'aient été préalablement modifiées par un accord intervenu entre le vendeur et l'acheteur.

Définitions.

§ 2. — *Puissance.* — Par puissance mécanique développée par un moteur, ou simplement par puissance d'un moteur, il faut entendre la puissance développée à l'essieu moteur, dans les conditions énoncées ci-dessous (1).

(1) Dans certains cas particuliers, il peut y avoir intérêt à déterminer la puissance propre du moteur, à l'exclusion des organes de transmission (engrenages,

Par puissance permanente d'un moteur, il faut entendre la puissance qui, le courant étant fourni sous la tension normale de service, peut être développée par ledit moteur pendant dix heures consécutives, sans qu'il en résulte un échauffement exagéré dans le sens indiqué au paragraphe « Echauffement ». (Voir § 6).

Par puissance normale d'un moteur, il faut entendre la puissance qui, le courant étant fourni sous la tension normale de service, peut être développée par ledit moteur pendant une durée ininterrompue d'une heure, sans qu'il en résulte un échauffement exagéré, dans le sens indiqué au paragraphe « Echauffement ». (Voir § 6).

Par puissance maximum d'un moteur, il faut entendre la puissance qui, le courant étant fourni sous la tension normale de service, peut être développée pendant cinq minutes consécutives, la production d'étincelles au collecteur étant pratiquement nulle.

§ 3. — *Effort de traction.* — Par effort de traction d'un moteur, il faut entendre la force tangentielle développée dans les conditions prévues ci-dessous dans le paragraphe « Réception », par le moteur considéré, pour un rapport déterminé des engrenages, à la périphérie d'une roue fixée sur l'essieu du diamètre spécifié pour les roues motrices (1).

§ 4. — *Vitesse.* — La vitesse d'un moteur est la vitesse produite à la périphérie des roues motrices pour le rapport précité des engrenages.

§ 5. — *Rendement.* — Il faut entendre par rendement d'un moteur, le rapport entre la puissance mécanique développée par le moteur et la puissance électrique fournie aux bornes du moteur, le courant étant livré sous la tension normale de service.

§ 6. — *Echauffement.* — L'échauffement d'un moteur doit être considéré comme exagéré, lorsque partant d'une température de l'air ambiant supposée égale à 25° C, le moteur atteint, après 10 heures de marche à la puissance permanente ou après un heure de marche à la puissance normale, une température finale dépassant celle de l'air ambiant, des valeurs suivantes :

a) pour les enroulements :
- isolés au coton. . . . . . . 70° C.
- isolés au papier. . . . . . . 80° C.
- isolés au mica, amiante ou autres substances présentant les mêmes qualités d'isolement et d'incombustibilité. . . . . 100° C.

b) pour les collecteurs. . . . . 80° C.

c) pour les parties métalliques dans lesquelles sont noyés les enroulements, la valeur correspondante à celle indiquée pour les enroulements, suivant la nature de l'isolement utilisé pour ceux-ci.

Lorsque les enroulements sont à isolement combinés, on prendra la limite inférieure.

Indications.

§ 7. — Dans les offres de vente, on donnera, outre la tension normale de service, les indications suivantes, toutes rapportées à la tension normale de service :

1° La puissance permanente du moteur et l'intensité de courant correspondante ;

2° La puissance normale du moteur et l'intensité de courant correspondante ;

3° La puissance maximum du moteur et l'intensité de courant correspondante ;

4° Le rendement pour la puissance permanente et le rendement pour la puissance normale, le moteur étant supposé être à la température de 75° C ;

5° La nature des matières isolantes ;

6° Les dimensions d'encombrement du moteur.

On indiquera de plus le cœfficient de réduction des engrenages et, pour un diamètre déterminé des roues, l'effort de traction et la vitesse pour les puissances permanentes normale et maximum.

On indiquera dans un graphique l'effort de traction, la vitesse et le rendement du moteur en fonction de l'intensité de courant (1).

Plaque indicatrice.

§ 8. — Outre les indications précitées, contenues dans l'offre de vente, chaque moteur comportera une plaque indicatrice de puissance, sur laquelle seront indiquées la tension normale de service, la puissance normale, le nombre total de tours, ainsi que l'intensité de courant correspondante.

Construction.

§ 9. — L'inducteur sera construit sous forme de cuirasse, de manière à éviter les fuites magnétiques. La cuirasse du moteur devra offrir une étanchéité parfaite contre la poussière et l'eau qui, en service, viendraient à être projetées sur la dite cuirasse.

La cuirasse comportera des ouvertures de visite, à fermeture hermétique, destinées à l'entretien des balais.

Par entretien des balais, il faut comprendre non seulement le remplacement des balais, mais aussi le remplacement des porte-balais.

§ 10. — Les paliers devront être construits de façon à éviter toute introduction d'huile de graissage à l'intérieur du moteur.

§ 11. — Le moteur et notamment le collecteur et les balais devront être construits de façon à ce

essieux, etc.). La dénomination « propre » sera dans ce cas ajoutée à chacune des catégories de puissance définies dans le paragraphe « puissance ».

(1) Dans les cas où il serait envisagé des moteurs sans transmission, l'effort propre de traction sera celui que donnerait un bras de levier de 50 cm, supposé monté sur l'arbre de l'induit.

(1) Il peut, dans certains cas, être désirable de connaître les lois d'échauffement et de refroidissement du moteur à la puissance normale et subsidiairement à d'autres puissances, aussi bien pour l'induit que pour les inducteurs, le moteur étant fermé et au repos.

que, pour une position fixe des balais dans le cas d'une marche dans les deux sens, la production d'étincelles soit pratiquement nulle pour n'importe quelle charge dans la limite de la puissance maximum.

§ 12. — L'isolement des enroulements par rapport à la masse devra être tel que, aussitôt après que le moteur aura atteint la température maximum permise, il puisse résister encore pendant cinq minutes à un courant alternatif dont la tension serait le quadruple de la tension de service.

§ 13. — Tous les organes du moteur appelés à être remplacés et en particulier l'induit, les enroulements de l'inducteur, les enroulements sur gabarit de l'induit, les collecteurs, etc., doivent être tout à fait interchangeables, c'est-à-dire que ces organes doivent pouvoir être remplacés sans nécessiter aucun travail ultérieur d'ajustage; le remplacement des induits devra en particulier pouvoir s'opérer sans qu'il soit nécessaire d'éloigner les porte-balais.

Réception des moteurs.

§ 14. — La réception des moteurs aura lieu avant leur mise en place; cet examen portera non seulement sur les conditions générales d'une bonne fabrication et d'une bonne construction, mais spécialement sur la détermination de la puissance, de l'effort de traction, de la vitesse, du rendement et de l'échauffement.

A) *Détermination de la puissance mécanique.*

§ 15. — La puissance mécanique du moteur pourra se déterminer soit au moyen du frein dynamométrique, soit en accouplant directement à l'essieu moteur une dynamo préalablement tarée et dont les rendements sont connus pour chaque régime. Cette dynamo ne pourra pas être remplacée par un moteur de traction analogue à celui éprouvé et actionné par son engrenage.

B) *Prescriptions pour les essais de puissance des moteurs, par la mesure de l'élévation de température.*

§ 16. — La puissance des moteurs se déterminera, par définition, par la mesure de l'élévation de température.

§ 17. — Il ne sera pas permis d'enlever, d'ouvrir ou de modifier essentiellement les enveloppes, couvercles, capotes, etc., prévus pour le système régulier des moteurs; de même, on ne pourra remplacer artificiellement dans l'essai, le courant d'air créé par le déplacement de la voiture.

§ 18. — La température ambiante sera relevée dans chacun des courants d'air existants; si aucun courant d'air prédominant ne se faisait sentir, on relèvera la température moyenne de l'air environnant le moteur, à hauteur du milieu de celui-ci, et dans les deux cas à environ 1 m de distance du moteur. La température ambiante sera prise à intervalles réguliers pendant le dernier quart d'heure d'essai; on en prendra la moyenne.

§ 19. — Dans le cas où, pour la mesure des températures, l'on se servirait d'un thermomètre, il faudra faire en sorte d'obtenir une conduction de la chaleur aussi parfaite que possible, entre le thermomètre et la partie du moteur dont on désire relever la température, par exemple au moyen d'une enveloppe en papier d'étain.

Afin d'éviter la dispersion de la chaleur, le réservoir thermométrique et les parties à mesurer seront recouverts par des substances mauvaises conductrices de la chaleur (déchets de laine sèche ou similaires).

La lecture du thermomètre ne sera pas faite avant que celui-ci ait cessé de monter.

§ 20. — On relèvera, au moyen du thermomètre, l'élévation de température de tous les organes du moteur, sauf l'élévation de température des bobines inductrices.

On relèvera autant que possible les points de plus haute température; ceux-ci serviront à déterminer la surélévation de température.

§ 21. — La température des bobines inductrices sera déterminée par la méthode des résistances.

Si le coefficient de température du cuivre n'avait pas été déterminé préalablement, on admettra pour ce coefficient la valeur de 0,004.

C) *Détermination du rendement des moteurs.*

§ 22. — Pour déterminer le rendement d'un moteur seul et avec son train d'engrenage, on pourra employer la méthode du frein, en calant celui-ci dans le premier cas sur l'arbre du moteur, dans le second cas sur un faux essieu analogue à l'essieu de la voiture.

On pourra également, avec les précautions nécessaires, recourir aux méthodes purement électriques indiquées dans les paragraphes suivants.

§ 23. — Le rendement combiné des moteurs et des transmissions d'attaque se déterminera pratiquement d'après l'une des deux méthodes suivantes (1) :

A) Deux des moteurs à essayer seront accouplés mécaniquement par un faux essieu portant un organe de transmission semblable à celui à monter sur l'essieu de la voiture; ce faux essieu sera attaqué par les deux pignons des induits des moteurs à essayer.

Un des moteurs travaillera comme moteur et absorbera pour une tension E égale à la tension normale à laquelle le moteur sera soumis en service, une énergie EI correspondant à la puissance normale des moteurs; l'autre moteur travaillera comme génératrice et débitera une énergie EI'. L'énergie absorbée et l'énergie développée ayant

(1) Les méthodes décrites ci-dessous ne sont pas théoriquement exactes, par suite des différences d'attaque des deux parties du système; l'erreur ainsi commise reste cependant dans les limites des erreurs permises, dès que le système de transmission est à faible réduction.

été mesurées, le rendement d'un moteur et de sa transmission sera

$$\eta = \sqrt{\frac{EI'}{EI}}$$

Comme contrôle, il est recommandé de mesurer l'énergie Ei fournie au système : on a en effet $Ei = EI - EI'$ ou $i = I - I'$.

B) Deux des moteurs à essayer seront accouplés mécaniquement par un faux essieu portant un organe de transmission semblable à celui à monter sur l'essieu de la voiture; ce faux essieu sera attaqué par les deux pignons des induits des moteurs à essayer.

Un des moteurs travaillera comme moteur et l'autre comme génératrice; ils seront accouplés électriquement entre eux de façon à n'exiger comme puissance extérieure qu'une puissance électrique P suffisante pour couvrir les pertes. Si l'on désigne par P_1 la puissance totale fournie au moteur et par P_2 la puissance totale développée par la génératrice, on aura $P = P_1 - P_2$ et le rendement d'un moteur avec son train d'engrenage sera

$$\eta = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$$

Les puissances P_1 et P_2 seront mesurées directement et électriquement.

Comme contrôle, il est recommmandé de mesurer également directement la puissance P fournie au système pour couvrir les pertes.

§ 24. — Dans le cas où l'on aurait à déterminer le rendement de moteurs destinés à être calés directement sur l'essieu de la voiture, les méthodes précédentes pourront également être appliquées; il suffira d'accoupler directement les induits de deux moteurs.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCES DES 6 ET 13 AOUT 1906

Pas de communication relative à l'électricité.

SÉANCE DU 20 AOUT 1906

M. David Stenquist adresse la description et deux photographies d'un appareil permettant de déterminer la vitesse de diffusion des électrolytes dilués par l'application de la formule de Schumeister.

SÉANCE DU 27 AOUT 1906

Pas de communication relative à l'électricité.

SÉANCE DU 3 SEPTEMBRE 1906

M. J. Violle transmet une note de M. H. Pécheux intitulée : *Détermination, à l'aide de pyromètres thermo-électriques, des points de fusion des alliages de l'aluminium avec le plomb et le bismuth.*

SÉANCE DU 10 SEPTEMBRE 1906

M. Carl Störmer communique une note sur *les expériences de M. Villard et sa théorie des aurores boréales.*

SÉANCES DES 17 ET 24 SEPTEMBRE 1906

Pas de communication relative à l'électricité.

BIBLIOGRAPHIE

L'Ozone, par Emile Guarini, professeur à l'Ecole d'arts et métiers de Lima (Pérou) Une brochure in-8°, avec fig Prix : 2 fr (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

M. Emile Guarini vient de publier une nouvelle brochure sur l'ozone. Après un historique de la découverte de l'ozone, l'auteur étudie la nature de ce gaz, sa production, son rôle dans la nature et son influence dans la vie. Il insiste sur le rôle de l'ozone comme bactéricide, sur son utilisation pour la destruction des miasmes et son emploi en médecine. La fabrication industrielle de l'ozone vient ensuite avec les applications de l'ozone à la stérilisation de l'air et de l'eau et les applications industrielles de l'eau stérilisée (alcool, beurre, etc.). Le travail de M. Guarini se termine par diverses applications au vieillissement du vin et de l'alcool, à l'épuration des jus sucrés, au blanchiment de l'amidon, des tissus, etc.

Ce résumé complet sur l'ozone rendra de grands services aux vulgarisateurs.

Lexikon der Elektrizitæt und Elektrotechink (*Dictionnaire de l'électricité et de l'électrotechnique*), publié par Franz Hoppe avec la collaboration de techniciens. Fascicules 16 à 20, pages 721 à 960, avec nombreuses figures et schémas. Format 26,5 × 17 cm. Prix de l'ouvrage complet : 16 fr. 70. (Vienne et Leipzig, A. Hartleben, éditeur).

Nous venons de recevoir les derniers fascicules de cet utile et très intéressant dictionnaire qui comporte 960 pages et 747 figures. Nous ne pouvons que répéter notre première appréciation, largement confirmée par l'examen des dernières parties de cet ouvrage, c'est qu'il constitue un répertoire précis, tout étant complet, de l'électrotechnique actuelle; il sera utilement consulté par les électriciens ayant la pratique de la langue allemande.

Catalogues de la General Electric de France (M. Lucien Espir, administrateur-délégué à Paris).

Nous venons de recevoir les trois premiers fascicules de la série de catalogues que publie cette maison.

Le catalogue des appareils de chauffage est l'un des plus complets concernant cette intéressante application de l'électricité. On y trouve de nombreux renseignements sur les appareils domestiques, les radiateurs, les chauffe-fers, fours et creusets de laboratoire, etc.

Un fascicule spécial est consacré aux tubes et accessoires en acier émaillé pour canalisations électriques ainsi qu'à la série de prix des fils et câbles d'usage courant.

Un autre fascicule contient la nomenclature et les prix des divers instruments de mesure pour tableaux du système Stanley, d'instruments enregistreurs, d'instruments spéciaux pour automobiles, et de boites d'essais.

Ces catalogues sont fort bien établis et accompagnés de nombreuses figures.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Appareillage.

367 612. — Kellogg. — Commutateur (3 avril 1906).

367 666. — Cᵉ de construction électrique. — Limiteur de courant (13 juin 1906).

Applications diverses.

367 311. — Cᵉ de signaux électriques pour chemins de fer. — Block système automatique (26 mars 1906).

367 540. — Vulkan Maschinenfabrik. — Embrayage électromagnétique (28 juin 1906).

367 541. — Vulkan Maschinenfabrik. — Protection contre l'atteinte du lubrifiant des embrayages électromagnétiques (28 juin 1906).

367 576. — Vulkan Maschinenfabrik. — Enroulement pour embrayage électromagnétique (28 juin 1906).

367 560. — Sautter Harlé et Cᵉ. — Asservissement électrique (29 juin 1906).

Eclairage et lampes.

361 730. — Radisson. — Lampe à arc (30 août 1906).

367 386. — Deutsche Gasglühlicht (Auergesselschaft), — Corps éclairants métalliques (8 juin 1906).

367 467. — Deutsche Gasglühlicht (Auergesselschaft). — Corps électriques éclairants (26 juin 1906).

367 482. — Druseidt — Douille à réflecteur (27 juin 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

367 440. — Tanne et Papenbruch. — Procédé électrolytique (26 juin 1906).

367 495. — Dekker. — Traitement des minerais par l'électrolyse (28 juin 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

367 547. — Ateliers Thomson Houston. — Perfectionnement aux machines à courant alternatif à collecteur (29 juin 1906).

367 550. — Picq — Générateur d'électricité (29 juin 1906).

367 597. — Latour. — Induit à collecteur.

Moteurs.

367 343. — Lincoln. — Moteurs électriques à vitesse variable (22 juin 1906).

Piles.

367 539. — Wydts et Jeudi. — Pile électrique (28 juin 1906).

Télégraphie.

361 733. — Maiche. — Transmission de signaux télégraphiques (31 août 1905).

367 382. — Stone. — Télégraphie sans fil (26 mai 1906).

Téléphonie.

367 383. — Stone. — Téléphonie sans fil (26 mai 1906).

367 494. — Beard. — Clavier à secret pour tableau de téléphone (28 juin 1906).

Traction électrique.

367 417. — Durkin Controller Handle Company. — Combinateur électrique (25 juin 1906).

367 639. — Harding. — Commande électrique (3 juillet 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

CHRONIQUE

Les tramways électriques de Buenos-Ayres.

L'Elektrotechniker donne les détails ci-après sur le réseau des tramways électriques de Buenos-Ayres, qui a aujourd'hui atteint un développement de 104 km : L'usine centrale est située sur le Biachuelo et bénéficie ainsi des conditions les plus avantageuses pour son alimentation hydraulique La salle des machines et la chaufferie occupent une superficie de 2800 m². La construction du bâtiment a absorbé 350 t de fer. La chaufferie contient 16 chaudières tubulaires, chacune ayant 240 m² de surface de chauffe. La production de vapeur est de 3500 kg par heure en temps normal; elle peut être élevée, au besoin, à 5000 kg. L'apport du charbon a lieu automatiquement, et l'évacuation des cendres est assurée par un élévateur pouvant porter 10 t. Dans la salle des machines, on rencontre 4 machines à vapeur horizontales compound et à condensation, développant une puissance normale de 900 ch, laquelle est portée au besoin, en cas de surcharge, à 1240 ch. Le courant d'excitation est produit par trois groupes, chacun formé d'un moteur asynchrone et d'une génératrice de courant continu à 80 kw. Une batterie d'accumulateurs de 65 éléments et d'une capacité de 330 ampères-heure assure, en commun avec l'outillage d'excitation, l'éclairage de la station centrale et l'actionnement des petits moteurs. Le courant triphasé de ligne, sous 6000 volts, est conduit par des câbles souterrains à trois sous-stations, dans lesquelles des transformateurs et des convertisseurs fournissent le courant continu sous une tension de 550 volts. La voie, qui n'est pas doublée sur tout le parcours, est formée de rails du poids de 44 kg par mètre courant. Ces rails servent de retour. La canalisation est aérienne : elle se compose de fils nus placés à une hauteur de 5,5 m au-dessus du sol. Le matériel roulant comprend 272 voitures automotrices à deux essieux pouvant chacune porter 28 voyageurs assis et 12 debout; chaque essieu est actionné par un moteur d'une puissance de 18,5 kw. — G.

Un four électrique de boulanger.

Nous relevons dans *l'Elektrotechniker* les informations suivantes sur un four électrique que la fabrique suisse « Elektra » de Wädenswil a construit pour la boulangerie Rupp de Bregenz.

Il s'agit d'un double four en maçonnerie, qui comprend deux sections, distinctes et superposées, affectées à la cuisson. Chacune de ces sections, d'une hauteur uniforme de 26 cm, mesure $2 \times 3 = 6$ m². La section inférieure ne peut être chauffée qu'électriquement, tandis que la section supérieure se trouve aménagée de telle sorte qu'on peut, au besoin, la chauffer avec du bois ou du charbon. Au-dessous des portes des deux sections et recouverts par des grillages protecteurs, sont placés les commutateurs, au nombre de 10 pour chaque section, lesquels commandent les circuits de chauffage. Le grand nombre de circuits que l'on peut, à discrétion, établir et interrompre, permet d'obtenir une température quelconque. A gauche de la porte de la section inférieure et à droite de la porte de la section supérieure se trouvent placés les pyromètres

qui indiquent la température; enfin, tout à côté des portes, sont pratiquées des ouvertures servant à l'éclairage intérieur du four. Chaque section a reçu un appareil spécial dit « étouffoir » pour la production de la vapeur artificielle dont l'action est indispensable dans la cuisson de certaines sortes de pain; en outre, le four contient un grand réservoir qui fournit l'eau chaude nécessaire non seulement pour la boulangerie, mais aussi pour les besoins de tout l'immeuble. A propos du rendement de ce four, qui est chauffé par 100 éléments Schindler-Jenny, on rapporte que, dans la journée du 10 janvier 1904, il a permis de cuire 851 kg de pains divers. Le même jour, la consommation d'énergie, pour les deux sections y compris celle nécessaire afin de chauffer le réservoir d'eau, a été en moyenne de 14,27 kw par heure. — G.

-oo-

Les usines électriques centrales de la Haute-Styrie (Autriche).

L'*Elektrotechnische Anzeiger* signale comme absolument remarquable le développement, tant au point de vue du nombre que sous le rapport de la perfection de l'outillage, pris durant ces dernières années par les usines centrales de la Haute-Styrie. Ces usines sont affectées, pour la plupart, à la distribution de l'éclairage et de la force motrice. Au nombre de 10 en 1900, elles avaient atteint à la fin de 1905 le chiffre de 48, sans parler des petits établissements similaires qui ne subviennent qu'à des besoins locaux. Cette rapide progression est attribuable, en première ligne, aux abondantes ressources hydrauliques dont dispose cette région. 37 de ces usines emploient des moteurs hydrauliques, particulièrement des turbines, représentant une puissance totale de 10 601 ch (contre 446 ch en 1900). Les 11 usines restantes utilisent des moteurs à vapeur d'une puissance totale de 4060 ch (contre 155 ch en 1900). Les établissements précités sont presque tous dotés de l'outillage le plus moderne, lequel garantit un fonctionnement sûr en réduisant les risques au minimum réalisable. Le réglage de la marche des machines s'opère, autant que possible, automatiquement : non seulement on a muni les turbines des appareils nécessaires; mais, en certains endroits, même la commande des vannes est assurée par de petits moteurs spéciaux. En outre, des appareils sensibles et ingénieusement construits, dont il suffit de contrôler de temps à autre le fonctionnement, accomplissent automatiquement les manœuvres généralement confiées aux conducteurs de dynamos. Des 48 usines précitées, 21 assurent un service public d'éclairage et de distribution de force, et 27 alimentent des industries privées, 25 de ces usines débitent du courant continu sous 110-440 volts, 23 du courant triphasé sous une tension de 500 à 10 000 volts; enfin 7 possèdent des machines à vapeur de réserve. — G.

-oo-

La berrite.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* signale un produit isolant, la *berrite*, que prépare la maison Randall frères de Londres et que l'on emploie, depuis plusieurs années déjà, en Angleterre. La berrite, dit l'*Elektrotechnische Zeitschrift* en faisant l'analyse du prospectus des fabricants, est une espèce de gutta-percha qui, au moyen de certaines additions, devient capable de résister aux hautes températures et aux variations de température et qui ne se laisse pas attaquer par l'huile. Elle est mise en vente sous quatre formes différentes, savoir : 1° une masse solide, liquéfiable, avec laquelle, une fois qu'elle est fondue, on peut imprégner des tissus ou des fils recouverts d'une enveloppe végétale; 2° une solution servant pour l'isolement des bobines. On applique en outre cette solution, au moyen d'un pinceau, sur les tôles en fer des transformateurs et des dynamos ou on en imprègne des tissus et les enveloppes végétales des fils; 3° des tissus de berrite de trois épaisseurs différentes (de 0,25 à 0,50 mm) qui s'emploient comme rondelles pour l'enroulement des noyaux en fer et comme enveloppes extérieures, ainsi que comme rondelles placées dans l'intérieur des bobines; 4° des lamelles de berrite qui consistent en une masse rigide semblable à un carton et appliquées sur un tissu. Ces lamelles, destinées à remplacer le carton isolant ou la micanite, se fabriquent également avec trois épaisseurs différentes (de 0,25 à 0,50 mm). Ces produits présenteraient cet avantage particulier de ne pas être hygroscopiques et d'avoir leur action isolante améliorée sous l'action des températures élevées. On assure que les bobines isolées à la berrite laissent en outre dissiper la chaleur plus facilement que celles protégées par d'autres enduits. — G.

-oo-

La radiotélégraphie dans l'armée austro-hongroise.

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* rapporte qu'au mois de juillet dernier les manœuvres annuelles de radiotélégraphie de l'armée austro-hongroise ont eu lieu dans l'espace limité par les villes de Presbourg, Znaim et Korneuburg. Au cours de ces manœuvres, on a mis en service trois postes radiotélégraphiques mobiles du système allemand « Telefunken ». Les résultats obtenus ont donné toute satisfaction. Il convient de noter que les postes mobiles précités ne sont plus, comme autrefois, pourvus d'un ballon et de cerfs-volants destinés à porter l'antenne à la hauteur convenable; ils disposent simplement d'un mât démontable, à la pointe duquel se trouve suspendu le dispositif de fils aériens, affectant la forme d'une carcasse de parapluie. La suppression du ballon a naturellement rendu inutile la provision d'hydrogène autrefois utilisée pour le gonflement de ce ballon. Le poste mobile au complet ne comprend plus que trois voitures : celle du moteur, celle des appareils et un troisième véhicule, de construction légère, sur lequel trouvent place les différentes parties du mât, démontable, les câbles tendeurs, etc. La charge de la troisième voiture est d'environ 350 kg. Le mât a une hauteur de 45 m. La plus grande distance à laquelle les postes mobiles ont pu correspondre, au cours des manœuvres, a été de 112 km. La mise en place du mât est effectuée par les soins du seul personnel du poste intéressé; elle exige un travail de deux à trois heures, selon les conditions du terrain. On a notamment essayé un mât en fer (système du lieutenant Leidl), qui a donné de bons resultats, même lorsque le vent soufflait en tempête. Le démontage et l'emballage de ce dernier mât exigent de vingt à quarante-cinq minutes. — G.

-oo-

Fabrication électrique de l'acier.

On mande de Stockholm à la *Gazette de Francfort :* En vue de la production électrique de l'acier, d'après le nouveau procédé de MM. Gröndel et Kjellin avec

utilisation, à cet effet, des chutes d'eau qui se rencontrent en Suède, un groupe de capitalistes et d'industriels a récemment soumis au gouvernement suédois des propositions qui peuvent se résumer comme il suit :

Une société par actions installera deux usines, l'une dans le voisinage de Göteborg, l'autre dans le Norrland, si le gouvernement prend à son compte l'exploitation des chutes d'eau de ces régions et les donne en location à la société précitée. L'usine projetée à Göteborg, qui ne doit pas donner chaque année moins de 500 000 t d'acier et de fer, sera alimentée par les puissantes chutes de Trollhätta. Quant à la production de l'usine du Norrland, on prévoit qu'elle ne sera pas, elle non plus, inférieure au chiffre annuel de 500 000 t. Les deux usines en question ne donneraient pas seulement satisfaction aux besoins du pays en acier pour vaisseaux de guerre, canons, rails, etc.; elles pourraient encore alimenter un important commerce d'exportation, en raison du prix de revient peu élevé de la fabrication résultant de l'emploi de l'énergie hydraulique et de la modicité des salaires de la main-d'œuvre.

Cette proposition, ajoute la *Frankfurter Zeitung*, vient d'être agréée du gouvernement suédois. La nouvelle entreprise a pris le nom de *Metallurgiska Patent Aktiebolaget* (Société métallurgique brevetée par actions). On prévoit que cette société disposera, dès 1908, d'une force motrice de 10 000 à 15 000 ch.

Pour l'Allemagne, la société par actions Fr. Krupp, d'Essen, a fait l'acquisition du nouveau procédé Gröndel-Kjellin et doit l'exploiter sur une grande échelle. D'autre part, la maison Wickers, Maxim et Cie a fait l'acquisition du même procédé pour l'Angleterre et l'Amérique. — G.

Les installations électriques dans les usines.

Le *Journal des Assurances* indique les précautions qu'il convient de prendre dans les usines, pour l'installation de l'électricité :

« *Canalisations électriques*. — Les circuits, au départ des tableaux, seront tous munis d'interrupteurs et de coupe-circuits bipolaires.

« Toutes les dérivations, même celles qui ne desserviront qu'une seule lampe, seront munies d'un coupe-circuit bipolaire placé aussi près que possible des fils ou câbles d'alimentation.

« Sauf exception justifiée, il ne sera pas employé de conducteurs nus. Tous les conducteurs, même ceux sous plomb, seront posés sur des isolateurs ou taquets en porcelaine qui les maintiendront éloignés entre eux et à distance des murs, plafonds, fils de sonneries ou téléphoniques, canalisations d'eau ou de gaz et, en général, de tout corps non isolant.

« Dans les parties où la canalisation aura besoin d'être protégée, on la recouvrira d'une gaine en bois. Cette gaine sera assez grande pour laisser un peu de jeu entre elle et la canalisation; comme cela a été fait par exemple à Paris, au Théâtre-Français.

« Les moulures en bois qui sont souvent employées pour fixer les conducteurs ne sont pas à recommander. Ces moulures pourront être tolérées cependant dans les endroits parfaitement secs.

« Le contact entre deux conducteurs isolés sera permis dans les appareils d'éclairage, mais à condition que les conducteurs passent facilement.

« Tous les appareils d'éclairage sont isolés.

« L'isolation des conducteurs sera au moins celle que les fabricants garantissent pour 600 mégohms par kilomètre.

« Aux traversées des murs, cloisons ou planchers, les conducteurs passeront chacun séparément dans un tube de caoutchouc, ou d'autre isolant supplémentaire, enfermé lui-même dans un fourreau en matière dure et incombustible à angles arrondis.

« Ce fourreau devra déborder des deux côtés de la traverse, et le tube d'isolation supplémentaire devra déborder des deux extrémités.

« Le diamètre minimum de l'âme des câbles conducteurs sera de neuf dixièmes de millimètre.

« *Lampes*. — Il est interdit de suspendre des lampes à incandescence ou à arc par leurs conducteurs.

« Les lampes à arc ne seront tolérées qu'avec des globes empêchant la chute de parcelles de charbon.

« Ces globes seront grillagés pour qu'en cas de rupture les arcs ne puissent se trouver à nu.

« *Accumulateurs*. — Les accumulateurs seront enfermés dans un local incombustible et aéré.

« On pourra néanmoins faire emploi de menuiserie pour les ouvertures de ce local.

« Les conducteurs allant des accumulateurs aux tableaux seront très éloignés de toute matière combustible et posés de telle sorte qu'un court circuit y soit à jamais impossible.

« *Recommandations générales*. — Les conducteurs et pièces métalliques, parcourus par le courant, seront assez éloignés des tuyaux de vapeur ou autres foyers de chaleur, pour que, non en charge, leur température ne soit pas supérieure à celle des salles qui les contiennent.

« En charge, ces températures pourront excéder celle des salles.

« De 10° pour les conducteurs recouverts d'isolants;

« De 20° pour les pièces métalliques non recouvertes.

« Les températures des conducteurs et autres parties des dynamos et rhéostats pourront dépasser ces valeurs, mais des précautions sont prises pour qu'un incendie ne puisse en résulter, même en cas de destruction.

« Toutes les précautions seront prises, d'ailleurs, dans les différentes parties de l'installation, pour qu'un incendie ne puisse résulter, nulle part, ni de mauvais contact, ni d'apparitions d'étincelles.

« *Isolement et vérifications annuelles*. — La résistance d'isolement prise sur l'ensemble de l'installation, de fil à fil et de fil à terre, ne devra jamais être inférieure à 60 000 ohms.

« L'installation sera vérifiée au moins une fois par an et on relèvera l'isolement s'il y a lieu.

« Dans une installation très importante, les 60 000 ohms seront exigés, non sur l'ensemble, mais seulement sur chaque partie pouvant être séparée de l'ensemble par la manœuvre d'un interrupteur ou par l'enlèvement d'un fil fusible.

« Ce chiffre de 60 000 ohms suppose une installation marchant à 110 volts; si l'installation marchait à 220, il faudrait le remplacer par 240 000 ohms; et, d'une manière générale, si l'installation marchait à un nombre de volts égal à E, il faudrait le remplacer par un nombre d'ohms égal à 5 E. »

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 825 20 Octobre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : Georges **DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **MM. H. Dunod** *et* **E. Pinat**, *éditeurs, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, avenue de Saxe, 43, Paris, VIIe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien**, *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

NOUVELLE LAMPE A VAPEUR DE MERCURE

SYSTÈME HAHN

On sait que le rendement lumineux des lampes à vapeur de mercure est très élevé par rapport à la quantité d'énergie électrique consommée pour son fonctionnement, car il est d'environ 2,5 fois celui de la lampe à arc et 8 fois celui de la lampe à incandescence.

Malgré ce grand avantage, ce genre de lampe ne peut être utilisé partout à cause de la couleur de la lumière qui est naturellement la couleur caractéristique de la vapeur de mercure dont le spectre est complètement dépourvu de rayons rouges, mais est, par contre, très riche en rayons verts, bleus et jaunes. Par suite de l'absence de rayons rouges, la couleur des objets éclairés est altérée : tandis que le blanc et le noir ne sont point affectés, le bleu et le vert deviennent plus intenses et le rouge paraît brun ou lilas foncé. Cette altération des couleurs ne présente aucun inconvénient pour la plupart des applications industrielles auxquelles cette lampe est destinée, mais il n'en est pasde même pour l'éclairage ordinaire.

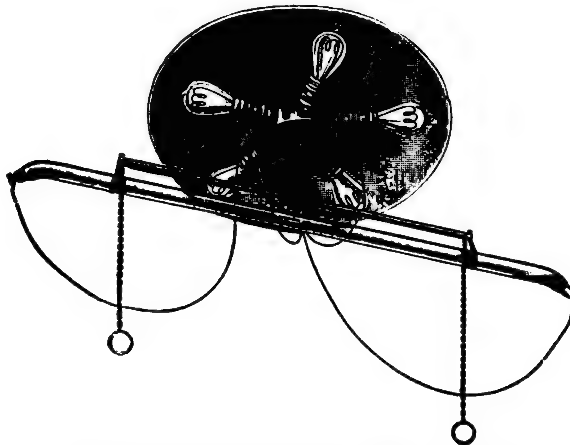
Dans ce nouveau type de lampe, on évite l'inconvénient de l'altération des couleurs, par l'adjonction de lampes à incandescence dont le filament est simplement porté au rouge et par le remplacement des électrodes en fer de la lampe à mercure par des électrodes en charbon. Dans ces conditions, la lumière obtenue n'altère pas les couleurs naturelles car les rayons rouges manquant dans la lampe à vapeur de mercure sont fournis par les lampes à incandescence disposées au-dessus d'elle.

Ces lampes additionnelles n'occasionnent aucun supplément de dépense d'énergie électrique, car elles remplacent les résistances ohmiques métalliques que l'on est dans l'obligation d'employer pour absorber l'excès de tension du circuit d'alimentation et qui transforment l'énergie qu'elles dépensent en chaleur. En remplaçant ces résistances métalliques par des lampes à incandescence on obtient un double avantage : celui d'abord d'obtenir un supplément de lumière, puisque l'énergie consommée dans la résistance est transformée en lumière au lieu de l'être en chaleur et, ensuite, celui de produire les rayons rouges nécessaires pour modifier la couleur de la lumière produite par l'incandescence de la vapeur de mercure.

La tension à appliquer aux bornes d'un tube de lampe de 95 cm de longueur et de 20 mm de diamètre est de 75 volts environ et l'intensité nécessaire n'est que de 3,2 ampères.

Il convient d'ajouter que ces lampes n'exigent aucun entretien et que la lumière diffuse qu'elles produisent ne fatigue point la vue.

Pour allumer la lampe, il suffit d'incliner le tube, en tirant sur l'une des chaînes disposées à cet effet, jusqu'à ce que le mercure qui se trouve au pôle positif coule jusqu'au pôle négatif, de manière à établir la communication entre les deux pôles. En lâchant ensuite la chaîne, le tube revient dans sa position primitive, le filet de mercure qui reliait les deux pôles s'interrompt, l'arc qui se forme détermine l'évaporation du mercure, la vapeur ainsi produite devient incandescente et la lampe entre en fonctionnement.



Lampe à vapeur de mercure avec résistance de réglage constituée par des lampes à incandescence.

Avec une lampe ayant un tube de 95 cm de longueur, on obtient une intensité lumineuse de 380 bougies, y compris celle des lampes à incandescence portées seulement au rouge, et la consommation d'énergie électrique n'est que de 0,87 watt par bougie.

Pour les applications spéciales, telles que la photographie, on utilise pour fabriquer le tube de la lampe à mercure un verre spécial qui laisse passer les rayons ultra-violets ; naturellement, ces lampes spéciales ne doivent jamais être employées pour l'éclairage ordinaire.

La lampe à mercure Hahn pour éclairage ordinaire est désignée sous le nom de type Hξ ; celle en verre spécial porte le nom de lampe « Uviol » (1).

DE KERMOND.

(1) Ces lampes sont construites en France par MM. Belliol et Reiss, 30, rue des Bons-Enfants, à Paris.

ENROULEMENTS D'INDUITS

EN SÉRIES PARALLÈLES

(Suite) (1).

Connexions équipotentielles dans le cas d'enroulements uniformément répartis.

L'enroulement peut être uniformément réparti à la périphérie de l'induit si celui-ci est lisse ou si les entailles ne contiennent qu'un faisceau induit ou deux faisceaux superposés.

Il y a lieu maintenant de différencier :

1° Le cas où $\frac{\mathbf{p}}{\mathbf{a}}$ est un nombre entier; on a alors $\mathbf{x} = \frac{\mathbf{p}}{\mathbf{a}}$ et $\frac{\mathbf{xa}}{\mathbf{p}} = 1$.

Les pas se déterminent sans hésitation, d'après la formule (1)

$$\mathbf{y}^p = \mathbf{x}\mathbf{y}^k \quad \mathbf{x}\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}} = \frac{\mathbf{p}}{\mathbf{a}}\mathbf{y}^k \pm 1 = \frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}};$$

2° Le cas où $\frac{\mathbf{p}}{\mathbf{a}}$ n'est pas un nombre entier; $\mathbf{x}\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}}$ ne peut plus être alors un nombre entier.

Les pas effectifs que l'on peut adopter en pratique, s'écartent forcément des valeurs théoriques et sont plus ou moins irréguliers; leur calcul s'effectue au moyen de la relation

$$\mathbf{y}^p = \mathbf{x}\mathbf{y}^k \pm 1 \qquad (3)$$

Nous appellerons irrégularité du pas l'écart entre le pas effectif $\mathbf{y}^p$ et le pas théorique; la valeur en est

$$\alpha_x = \pm\left(1 - \mathbf{x}\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}}\right); \qquad (4)$$

α_x s'exprime en fonction du nombre des lames du collecteur et correspond à un arc

$$\frac{2\pi}{\mathbf{k}}\alpha_x$$

Pour conserver aux grandeurs électriques que nous avons à envisager des valeurs comparables et en nous rappelant que le schéma réduit d'une machine comporte **a** paires de pôles, nous rapporterons cette dernière expression au cas d'une machine bipolaire.

L'irrégularité du pas prend alors comme valeur celle donnée par l'expression

$$\alpha^\circ_x = \mathbf{a}\frac{360}{\mathbf{k}}\alpha_x \qquad (5)$$

(1) Voir l'*Electricien*, n° 824, 6 octobre, p. 227.

Cette formule est directement applicable lorsque $\mathbf{a} \leq \mathbf{p}$.

Si $\mathbf{a} > \mathbf{p}$ il faut préalablement poser

$$\mathbf{x} = 0 \text{ et } \mathbf{y}^p = 0$$

pour $(\mathbf{a} - \mathbf{p})$ valeurs du pas du potentiel.

Si donc $\mathbf{a} > \mathbf{p}$, il faut, pour le calcul de α_x, introduire $\mathbf{a} = \mathbf{p}$ dans la formule précédente.

Si **p** et **a** ont un plus grand commun diviseur **g**, il en résulte que $\frac{\mathbf{p}}{\mathbf{g}}$ est un nombre entier. Dans ce cas, si l'on réunit seulement **g** points en un système de compensation ou équipotentiel, on réalise les connexions équipotentielles sans aucune irrégularité.

Le pas du potentiel pour ces connexions est

$$\mathbf{y}^p = \frac{\mathbf{k}}{\mathbf{g}}$$

A ce groupe se rattachent aussi les enroulements pour lesquels $\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}}$ est un nombre entier.

Pour ceux-ci, le plus grand commun diviseur de **p** et **a** est égal à **p** et, par suite, on peut réunir sans irrégularité **p** points en un système de compensation.

Le pas du potentiel pour ces connexions est

$$\mathbf{y}^p = \frac{\mathbf{k}}{\mathbf{p}}$$

En outre on peut, en quelques points de la périphérie d'armature, réunir $\mathbf{q} \leq \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}}$ conducteurs voisins les uns avec les autres si l'irrégularité

$$\alpha^\circ_x = \mathbf{p}\frac{360}{\mathbf{k}}(\mathbf{q} - 1) \qquad (6)$$

n'est pas trop grande.

Il convient de maintenir α°_x inférieur à 3° environ.

Conditions particulières aux connexions équipotentielles des induits à entailles.

L'emploi d'entailles conduit à une répartition rythmique, mais non uniforme des faisceaux induits à la périphérie de l'induit, sauf dans le cas où l'entaille ne contient qu'un ou deux faisceaux superposés.

Si l'on veut cependant s'imposer d'avoir un système de **a** points au même potentiel, certaines précautions préalables dont nous allons nous occuper doivent être prises dans l'étude de l'enroulement.

Lorsque ces conditions ne sont pas remplies, il en résulte des divergences entre les positions effectives des points à relier et les positions équipotentielles théoriques.

En principe, la symétrie des induits à entailles exige que le nombre des lames du collecteur soit divisible par le nombre de paires de voies d'enroulement, soit comme nous l'avons déjà dit

$$\frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}} = \text{nombre entier.}$$

Il convient encore ici de différencier les cas suivants :

1° $\frac{\mathbf{p}}{\mathbf{a}}$ est un nombre entier. Le pas du potentiel alors est $\mathbf{y}^p = \frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}}$; chaque système de connexion équipotentielle comprend **a** fermetures.

Si l'on veut donc que **a** points de l'enroulement se trouvent à chaque instant dans des champs de même intensité, il faut nécessairement :

a) Qu'on rencontre **a** entailles situées dans des champs égaux ;

b) Que les **a** conducteurs reliés au système équipotentiel occupent des positions respectives identiques dans les entailles en question.

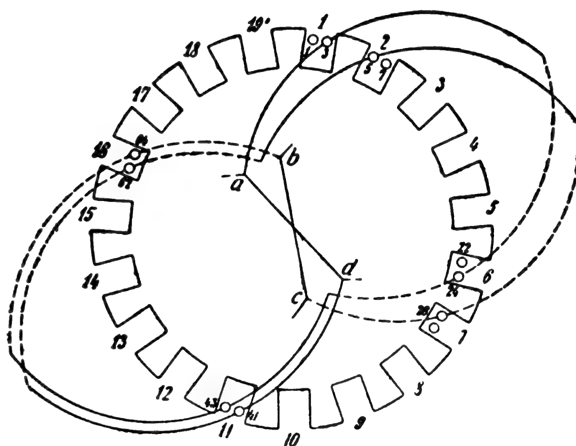


Fig. 2.

Ces deux conditions exigent que $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ *soit un nombre entier.*

On a alors un nombre entier d'entailles pour $\frac{\mathbf{p}}{\mathbf{a}}$ doubles pas polaires et chaque $\mathbf{a}^{me}$ partie de la périphérie de l'induit comprend un nombre égal d'entailles en regard du pôle.

De plus, comme

$$\mathbf{y}^p = \frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}} = \frac{\frac{\mathbf{u}_n}{2}\,\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$$

et comme $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ est un nombre entier, le pas du potentiel exprimé en fonction de l'espacement des faisceaux induits (c'est-à-dire en le posant égal à 2 $\mathbf{y}^p$) est égal à $\mathbf{u}_n$ multiplié par un nombre entier ; les faisceaux induits situés à une distance égale au pas ainsi défini ont alors même situation dans les entailles.

Recherchons maintenant quelle est l'importance de la dissymétrie produite lorsque $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ n'est pas un nombre entier.

La figure 2 représente un enroulement en série parallèle caractérisé par

$$\mathbf{a} = \mathbf{p} = 2;\ \mathbf{s} = 76;\ \mathbf{k} = 38\ \mathbf{z} = 19$$

$\frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}} = \frac{38}{2} = 19$; $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ n'est pas un nombre entier.

L'irrégularité provenant du fait que $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ diffère d'un nombre entier est double :

1° Les faisceaux induits reliés à un même système équipotentiel se trouvent dans des entailles situées dans des champs d'intensités différentes et ont des positions différentes dans ces entailles. Ainsi 3 et 41 n'occupent pas des positions identiques dans les encoches correspondantes et sont cependant reliés à un système équipotentiel ;

2° Si l'on envisage le circuit formé par deux connexions équipotentielles et les sections comprises entre les points de connexion (sur le système équipotentiel), on voit qu'il s'y rencontre toujours des faisceaux situés dans des entailles occupant des positions différentes dans le champ et qu'ils se trouvent couplés en opposition.

Ainsi, considérons le circuit :

a; faisceaux : 3-24-43-64-*b*; connexion équipotentielle *bc*; *c*; faisceaux : 26-5-62-41-*d*; connexion équipotentielle *da*.

On voit que les faisceaux 62 et 64, d'une part, ainsi que 41 et 43, d'autre part, sont dans de mêmes entailles (respectivement, entailles 16 et 11) tandis que les faisceaux 3 et 5 et 24 et 26 sont dans des entailles différentes : 1 et 2 pour les 2 premiers ; 6 et 7 pour les 2 autres.

Par suite, les sections 43-64 et 62-41 sont le siège de forces électromotrices sensiblement égales entre elles, mais les sections 3-24 et 26-5 sont le siège de forces électromotrices différentes.

Cette dissymétrie se produit toujours quand les faisceaux induits reliés à un même système équipotentiel n'occupent pas des positions identiques dans les entailles.

Avec les enroulements que nous considérons ici, la nécessité de satisfaire à la condition

$$\frac{z}{a} = \text{nombre entier}$$

doit être considérée comme primordiale;

2° $\frac{p}{a}$ *n'est pas un nombre entier.*

Les pas du potentiel sont alors différents et donnés par les relations

$$y^p = x \cdot y^k \pm 1$$

et

$$x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_a = p$$

Le pas du potentiel exprimé en fonction de l'espacement des faisceaux (et non plus en fonction du nombre des divisions du collecteur) est

$$2\, y^p = 2\, xy^k + 2$$

Comme les valeurs de x doivent être aussi voisines que possible les unes des autres et rendues entières, on en trouvera toujours deux valeurs qui ne différeront pas de plus d'une unité. On pourra donc écrire :

$$2\, y^{p}{}_1 = 2\, x_1\, y^k \pm 2$$
$$2\, y^{p}{}_2 = 2\, x_2 y^k \pm 2 = (2\, x_1 y^k \pm 2) + 2y^k$$

Pour que les conducteurs reliés au même système fermé aient des positions semblables dans les entailles, il faut que les pas $2y^{p}{}_1$ $2y^{p}{}_2$... soient divisibles par u_n. Cette condition n'est réalisable que si u_n est égal à 2 pour tous les pas.

Supposons maintenant que $2\, y^{p}{}_1$ soit divisible par u_n. Pour que $2\, y^{p}{}_2$ soit pareillement divisible par u_n, il faut que $2\, y^k$ soit aussi divisible par u_n. Or, si $2\, y^k$ répond à cette condition, il peut arriver qu'il soit impossible que $2\, y^{p}{}_1 = 2\, x_1 y^k \pm 2$ soit divisible par u_n ($u_n > 2$).

Il en résulterait que les conducteurs reliés au même système auraient des positions différentes dans les entailles.

En outre, les entailles dans lesquelles se trouvent les barres reliées au même système sont dans des champs différents, puisque $\frac{z}{p}$ ne peut jamais, dans le cas examiné, être égal à un nombre entier. Il y a, par suite, dissymétrie forcée avec ces enroulements.

Des dissymétries peuvent encore se produire même quand $\frac{z}{a}$ est un nombre entier et les irrégularités peuvent être aussi importantes que quand $\frac{z}{a}$ n'est pas un nombre entier.

D'après le professeur Arnold, il est néanmoins préférable de donner autant que possible à $\frac{z}{a}$ une valeur entière.

On a cependant fait de nombreuses machines dérogeant à cette règle (voir le tableau récapitulatif); celles-ci, à condition de maintenir l'irrégularité dans certaines limites, ont d'ailleurs donné de bons résultats.

Si p et a ont un plus grand diviseur commun g, $\frac{p}{g}$ est un nombre entier. Si, de plus, $\frac{z}{g}$ est aussi un nombre entier, on arrive à des connexions sans irrégularités en reliant g points à un système équipotentiel. Les enroulements pour lesquels $\frac{a}{p}$ est un nombre entier se rattachent à ce groupe.

Quand $\frac{z}{a}$ est un nombre entier on peut relier sans irrégularités p points en un même système. Outre cela, on peut encore relier en quelques points de la périphérie de l'induit des conducteurs $\left(\text{en nombre } q \leq \frac{a}{p}\right)$ placés l'un à côté de l'autre dans une entaille, quoique les potentiels n'en soient pas rigoureusement égaux; le calcul de l'irrégularité qui en résulte pour le pas sera donné plus loin.

(A suivre.)

E.-J. Brunswick.

IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DES USINES GÉNÉRATRICES
AVEC MOTEURS A GAZ PAUVRE
DANS LES INSTALLATIONS DE TRAMWAYS ET DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL (1)

Le Comité de direction de l'Union internationale a bien voulu me charger de présenter au Congrès de Milan une étude sur l'importance économique des installations à gaz pauvre dans l'exploitation des tramways et des chemins de fer d'intérêt local.

(1) Rapport présenté au Congrès international de Milan en septembre 1906.

Nous nous bornerons surtout, dans notre présente communication, à examiner, à côté des avantages de ce mode économique de production de la force motrice, son utilisation dans les réseaux de traction électrique.

D'une manière générale, il faut entendre par gazogènes, des appareils où se produit d'une façon continue, un gaz combustible par insufflage ou aspiration de l'air et de la vapeur d'eau à travers une couche de combustible incandescent.

Le gazogène est au moteur à gaz, ce que la chaudière est à la machine à vapeur. La différence théorique est que, dans la chaudière à vapeur, le combustible : charbon, coke, bois, pétrole, etc., est complètement brûlé, tandis que dans le gazogène, il est simplement gazéifié, la combustion réelle ne se produisant que dans le cylindre du moteur.

Le gazogène combiné au moteur à gaz est ainsi appelé à remplacer les chaudières à vapeur; il présente d'ailleurs sur les machines à vapeur des avantages particuliers, surtout au point de vue des dépenses d'exploitation.

On distingue :

a) Les gazogènes à pression ou à gaz mixte (à eau et à air), dans lesquels le gaz combustible et la vapeur d'eau sont insufflés dans le générateur par un injecteur à vapeur ou un ventilateur tournant, sous une faible pression correspondant aux résistances du générateur et des appareils de lavage. Ce premier type, le plus ancien, qui s'est répandu depuis une dizaine d'années, présente l'inconvénient d'exiger une chaudière à vapeur spéciale; en outre, il occupe toujours un espace relativement grand par suite de la présence d'un gazomètre; enfin, la mise en marche de l'appareil et du moteur est plus difficile que celle des générateurs modernes; par contre, il permet l'emploi d'une plus grande variété de combustibles. En général, il trouve surtout son emploi dans les installations de plus de 200 ch.

b) Les gazogènes à aspiration, dans lesquels la machine motrice même aspire le gaz hors de l'appareil, l'amenée du mélange d'air comburant et de la vapeur d'eau étant alors obtenue par suite de la dépression produite.

c) Les gazogènes à aspiration et à pression combinées dans lesquels le gaz est d'un côté aspiré du gazogène et des appareils de lavage par un ventilateur tournant et d'un autre y amené sous pression. Cette catégorie de gazogènes réunit les avantages des gazogènes à pression et des gazogènes à aspiration.

Nous ne considérerons dans notre étude que les gazogènes à aspiration qui, non seulement sont d'une installation plus économique par suite de l'absence de chaudière à vapeur et de régulateur de gaz ou de gazomètre, mais qui en outre occupent moins de place, marchent sans bruit et peuvent, moyennant quelques précautions, fonctionner sans danger aucun, dans des bâtiments ou locaux habités, dans des caves, etc., sans qu'il en résulte, ni gêne pour le voisinage ou le personnel, ni mauvaises odeurs.

De plus, les gazogènes à aspiration ne sont pas soumis à la vérification périodique, ni à l'essai officiel prescrits par les règlements pour les chaudières à vapeur.

Il y a une dizaine d'années à peine, peu nombreuses étaient encore les usines qui utilisaient les moteurs à gaz; encore s'agissait-il ici d'installations de faible puissance. Les installations hydrauliques exceptées, la vapeur était alors seule employée pour la production de la force motrice. Les premiers essais d'appareils à gaz furent peu satisfaisants, les grands moteurs à gaz présentant de graves et nombreux inconvénients et ne répondant pas à tous les desiderata.

Au début, le gaz d'éclairage seul était employé; quelques rares stations électriques isolées seulement, possédaient de petits moteurs à benzine ou à pétrole.

Ce n'est que dans les toutes dernières années que les moteurs à gaz furent appréciés comme producteurs de force motrice, grâce au perfectionnement des gazogènes en général et surtout des gazogènes à aspiration, et grâce aussi à l'emploi des gaz de hauts fourneaux et de fours à coke.

L'ingénieur anglais Dowson construisit, l'un des premiers en 1879, un petit gazogène à soufflage adapté spécialement à l'alimentation de moteurs à gaz pauvre et provoqua ainsi le développement de ces appareils.

En Allemagne, une installation de ce genre fut montée, pour la première fois, en 1886, par la fabrique des moteurs à gaz Deutz, à Cologne-Deutz (1). En 1900, on pouvait voir à l'Exposition universelle de Paris, un appareil à aspiration de Taylor, dont les bons résultats obtenus en 1901 et 1902, contribuèrent beaucoup à répandre ce genre d'installation.

(1) Voir description des installations de gazogènes à aspiration et les installations à aspiration n° 0111*b* (6 à 69 ch), les générateurs doubles n° V et les installations pour gazogènes à lignite de la fabrique de moteurs à gaz de Deutz (Cologne-Deutz); brochures n°s 432, 437, 441, 453 et 455.

Nous ne pouvons aborder ici l'étude théorique des gazogènes à aspiration, ni examiner leur fonctionnement tant au point de vue chimique que mécanique depuis la production du gaz dans le générateur jusqu'à la production de la force dans le moteur. Nous nous abstiendrons également de décrire la construction ou les détails d'exécution des anciens et nouveaux types : ces différents points sont d'ailleurs traités abondamment dans des ouvrages spéciaux déjà très nombreux et dont quelques-uns sont indiqués ci-après.

Le questionnaire qui a été adressé aux membres de l'Association a été répondu par 43 entreprises de tramways ou usines; parmi celles-ci, 21 ont déclaré ne pas employer d'installations à gaz pauvre, d'appareils à aspiration; les 22 autres exploitations se sont référées à des brochures connues donnant la description de telles installations; elles ne présentent cependant rien de spécial.

Nous nous sommes donc contenté de donner dans une deuxième annexe, après la rubrique « Bibliographie », la nomenclature des exploitations de tramways dont les moteurs sont alimentés par gazogènes; les membres de l'Association que ces installations intéresseraient particulièrement pourront ainsi s'y renseigner.

On obtient le gaz pour moteur, gaz de gazogène, gaz mixte, gaz Dowson, gaz pauvre, etc., par gazéification de combustibles bitumineux, tels qu'anthracite, coke (de gaz et de four), poussier de coke, charbon de terre, lignite, briquettes de lignite, charbon de bois, tourbe, dépôts des chambres de fumée, tourteaux d'huileries, sciure de bois, copeaux, etc.; les quatre derniers combustibles exigent cependant des gazogènes spéciaux, afin de pouvoir enlever le goudron qui se forme ou du moins afin d'empêcher ce corps de nuire au fonctionnement.

Le gaz de gazogène normal (et aussi le gaz d'aspiration) comporte la composition volumétrique suivante, qui peut varier dans certaines limites, suivant la qualité du combustible :

Acide carbonique CO^2 en 0/0.	5 à 7 volumes
Oxyde de carbone CO en 0/0.	20 à 26 volumes
Hydrogène H en 0/0.. . .	17 à 20 volumes
Azote N en 0/0.	47 à 53 volumes
Hydrocarbures $C^m H^n$ en 0/0.	1 à 3 volumes

Le combustible, selon sa qualité, donne par kilogramme de 4,5 à 5 m³ d'un gaz de 1100 à 1350 calories par m³; le gaz ainsi produit réclame en général l'insufflage de 1 à 2 kg de vapeur d'eau.

Le rendement du combustible dans de bons gazogènes est en moyenne de 80 0/0; le rendement calorifique est, d'après des renseignements fournis par Dowson dans une conférence faite à Birmingham, de 30 0/0, et le rendement du gazogène de 90 0/0, alors que ces mêmes rendements ne sont que de 15 0/0 et 70 0/0 pour les installations à vapeur. La capacité calorifique du gaz est de 160 calories anglaises pour 1000 pieds cubes et les frais de production pour la même installation varient de 16 à 26 centimes. Les appareils exigent peu d'entretien et consomment en moyenne 0,05 m³ de combustible par cheval utile. En supposant le prix de l'anthracite à 22,50 fr la tonne, il en résulterait un coût de kilowatt-heure d'environ 5 à 6 centimes.

Les dépenses annuelles d'exploitation pour des installations de force motrice de différents types de 25 à 100 ch, sont données dans le tableau ci-dessous.

	25 chevaux		100 chevaux	
	Francs	0/0	Francs	0/0
Electromoteur : prix du courant, 10 centimes par kilowatt; rendement, 98 °/₀; intérêt et amortissement, 7,5 °/₀. . .	5244	100	20 846	100
Machine à vapeur à grande vitesse : 2,25 kg. de charbon par cheval-heure; charbon à 15 fr. la tonne; 18 litres d'eau par cheval-heure à 20 centimes les 1000 litres; salaires : 19 fr. par semaine; intérêt et amortissement, 10 °/₀.	4334	82,7	12 434	59,6
Moteur à gaz : 0,46 m³ de gaz d'éclairage par cheval-heure à 9,3 centimes par m³; intérêt et amortissement. . . .	3467	66,1	11 598	55,6
Moteur de gaz pauvre (gaz de Dowson) : 0,45 kg. charbon par cheval-heure à 25 fr. la tonne; eau, 3,41 l. par cheval-heure à 20 centimes le m³; salaires, 6,30 par semaine; intérêt et amortissement à 10 °/₀	1736	33,1	5 968	28,6

Il résulte de ce qui précède que les dépenses annuelles d'exploitation pour des installations de moteurs à gaz pauvre, représentent pour 25 ch 33,1 0/0 et pour 100 ch 28,6 0/0, des dépenses d'exploitation par électromoteurs (1).

Les avantages des installations à gaz pauvre sont : moindre consommation en combustible, simplicité de service, utilisation complète du combustible sans aucune perte, vidange facile en pleine marche, grande élasticité de fonctionnement, grande puissance calorifique, régularité de composition du gaz; enfin, ceci surtout pour la production de la force motrice, économie de plus de 40 0/0 des moteurs à gaz par rapport aux meilleures machines à vapeur.

Ces avantages, de même aussi que les grands progrès réalisés dans la combustion des gazogènes et des moteurs à gaz, de plus de 1000 ch, qu'il n'est plus rare aujourd'hui de voir construire ont conduit, dans maintes stations centrales d'électricité, à substituer ce nouveau mode de production d'énergie aux anciennes machines à vapeur.

La question de la production de l'énergie par le gaz pauvre mérite un examen plus étendu et nous serions heureux si notre communication pouvait être le point de départ d'une étude plus complète.

Avant de terminer, nous citerons encore comme moteur à combustion le moteur Diesel qui a été particulièrement perfectionné dans les dernières années et qui, par suite de l'emploi de combustibles liquides de peu de valeur, tels que naphte brut ou résidus de pétrole, alcool à l'état brut, présente notamment pour les stations électriques, une grande importance; le moteur Diesel est d'ailleurs, au point de vue économique, supérieur à toutes les machines thermiques, en ce qui concerne la transformation de l'énergie calorifique du combustible brut en travail mécanique (2).

Le moteur Diesel est toujours prêt à fonctionner, il n'a pas de chaudière, la consommation de combustible y est nulle à l'état de repos, il prend peu de place, n'est pas soumis à autorisation spéciale et peut se placer dans des locaux habités, car il est sans danger et présente toute sécurité au point de vue de l'incendie, sa marche est sûre, son entretien facile, il est durable, ne gêne ni par les odeurs, ni par la fumée, ni par le bruit, n'a pas d'appareil d'allumage, ni de fusion interne, son fonctionnement est propre; sa perfection lui donne une grande importanco économique. Les dépenses de combustible par cheval y sont de 2,4 centimes (1).

(1) Ueber Gaskraftanlagen mit Generatorgasbetrieb (*Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau*. Vienne, année XXIV, fasc. 3, 1906, p. 56.

(2) « Versuche an Dieselmotoren », *Bayerisches Industrie und Gewerbeblatt*. Munich, livr. 23, anno 1906, p. 243.

Les appareils examinés ici se répandent de plus en plus et méritent par leur perfection et leur construction une attention toute spéciale, car ils donnent actuellement, avec le moteur Diesel notamment, le mode de production d'énergie incontestablement la moins coûteuse.

E.-A. ZIFFER,
Ingénieur civil,
Président du Conseil d'administration des chemins de fer d'intérêt local de la Bukowine, Vienne (Autriche).

Vienne, juin 1906.

Bibliographie.

« Les moteurs à gaz pauvre », par A. Abraham, *Revue technique*, n° 1, 1904, p. 18-292, Paris.

« Moteurs à gaz Westinghouse », *Revue technique*, t. XXIII, n° 5, p. 65, 1902.

« Nouveau type de gazogène, système « Forster », *Génie civil* t. XXXIX, n° 23, 1901, p. 371.

« Rendement comparé des machines à vapeur et des moteurs à gaz », par Aimé Witz, ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à la Faculté libre des sciences de Lille, *Eclairage électrique*, t. XXX, 1902, n°s 1 et 2, p. 5 et 41.

« Fonctionnement comparé des machines à vapeur et des moteurs à gaz », par le même. *Eclairage électrique*, t. XXXI, 1902, n° 21, p. 269 et 315.

« Les gaz combustibles et les moteurs à gaz. Etudes sur divers gaz combustibles », par Alexandre Lenauchez, ingénieur à Paris. Saint-Etienne, 1905 et Paris, 1902.

« *Metteilungen des Vereins für die Fœrderung des Lokal- und Strassenbahnwesens* », livraison 8, 1902, p. 373; livraison 2, 1902, p. 65; livraison 12, 1905, p. 504; livraison 3, 1906, p. 65, Vienne.

« Ueber Gaskraftanlagen », *Zeitschrift für*

(1) « Ein 500 PS Dieselmotor » *Elektrotechnik und Maschinenbau*, livr. 3, anno 1906, p. 57. — « Mitteilungen über den Dieselmotor » *Scheizerische Bauzeitung*, vol. XLIV, n° 22, anno 1904. — « Der heutige Stand der Wærmekraftmaschinen und die Frage der Flüssigen Brennstoffe unter Berücksichtigung des Dieselmotors » par Rudolf Diesel, Munich, *Zeichrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, livr. 38, anno 1903. — « Ein Elektrizitætswerk mit Dieselmotoren » par C. Boceali. *Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins für Kraft-, Heiz- und Lichtanlagen*, anno 1903, n° 16.

Elektrotechnik u. Maschinenbau, livraison 3, 1906, p. 56, Vienne.

« Gasmotoren mit Sauggasbetrieb », même revue, livraison 3, 1906, p. 58.

« Gasmaschinen und Kraftgaserzeuger unter besonderer Berucksichtigung ihrer Bedeutung für den Betrieb elektrischer Zentralen und Einzelanlagen », par Otto Hoffmann, ingénieur. Même revue, livraison 6, 1906, p. 113.

« Ueber Gasmaschinen », par le Dr ing. Alfred Menzel. Même revue, livraisons 22, 23 et 24, p. 451, 469 et 492, 1906.

« Vorschriften über Sauggasmotoren In Preussen », *Oesterreichische Wochenschrift für den œffentl. Baudienst*, livraison 42, 1904, p. 723, Vienne.

« Verbrennungsmotoren und Kraftgaserzeuger », par Johann Trovsky, ingénieur en chef I. R. au ministère de l'intérieur, même revue, livraison 44, 1903, p. 695.

« Sauggasanlage für Beleuchtungszwecke und Kraftzwecke in der Stadt Newton N. J., même revue, livraison 18, 1906, p. 280.

« Sauggaserzeuger für teerbildende Brennstofte und für kleinstückige Koksabfälle », *Stahl u. Eisen*, n° 13, 1906, p. 796.

« Erlass des k. k. Ministeriums des Innern im Einvernehmen mit dem Handelsministerium vom 2 Dezember 1903, Z. 33 991, betr. das Vorgehen bei der gewerbsbehördlichen Genehmigung von Sauggasgenerator-Anlagen », même revue, livraison 51, 1904, p. 859.

« Grossgasmaschinen und deren Verwendung in elektrischen Anlagen », par A. Simon, Nuremberg. *Elektrotechnischer Anzeiger*, Berlin, n° 80, p. 2737 à 2982.

« Generatorgasanlagen für den Betrieb von Elektrizitätswerken », conférence donnée par Fr. Ross. *Zeitschrift des œsterreichischen Ingenieur und Architekten-Vereins*, n° 33, 1902, p. 519, Vienne.

« Kraftanlagen mit Sauggasbetrieb », par le Conseiller de régence Rubricus. Même revue, n° 35, 1905, p. 498.

« Der Sauggaserzeuger von Güldner », *Elektrotechnik und Maschinenbau*, vol. XXIV, livraison 19, 1906, p. 590, Vienne.

« Der gegenwærtige Stand der Sauggasmotorfrage in Bayern », par Karl Hauser, *Bayerisches Industrie und Gewerbeblatt*, n° 28, 1906, p 291, Munich.

« Die Verwendung von Holzabfællen zur Erzeugung von Kraftgas », *Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb*, 16 mai 1906, Vienne.

« Design and operation of the suction gas producer a economical method of power generation in small », by Rodolphe Mathat, *The Engineering Magazine*.

« Gas Engine at the Glasgow Exhibition », constructed by the forward Engineering C° Ltd., Birmingham. Vol. LXXII, n° 1867, 1901, p. 517.

« Power », february 1906.

« Producer gas for electric power stations », by Samuel S. Wyer, *Cassiers Magazine*, London. Vol. 29, n° 4, 1906, p. 316.

« Wood Gas for power purposes and gas generators », G. M. Douglas, *The Engineering review*, London, mai 1905, p. 856.

« Power Gas, with special reference to suction Plant », *The Engineering review*, London, mai 1905, p. 867.

« Producer Gas Engine Power », *Engineering News*, vol. LV, n° 20, 1906, p. 537.

« Gas producer for power purposes », by Oscar Nagel, *Engineering News*, vol LV, n° 20, 1906, p. 518.

Générateurs à gaz pauvre installés dans des stations de tramways électriques.

1. Lausanne; 400 ch (1), par Fichet et Heurtey, consommation de charbon par kw-heure : 0,8 kg.
2. Orléans; 500 ch (2), par Fichet et Heurtey, consommation de charbon par kw-heure : 0,8 kg.
3. Cassel (Allemagne).
4. Pressbourg et Szalaeyerszag.
5. Altrahlstadt-Volksdorf près Hambourg.
6. Scheveningue.
7. Hôtel des deux Villes, La Haye.
8. Firme Peck et Cloppenbourg, La Haye.
9. Firme Slokkink et van Lith, Amsterdam.
10. Watergraafsmeer.
11. Losduinen près La Haye.
12. Walthamston près Londres.
13. Brighton Beach Tramways.
14. Zurich-Oerlikon-Seebach.
15. Barcelone-San Andrès et Extensions (800 ch).
16. Zürichbergbahn à Zurich.
17. Tramways de Catane.
18. Tramways de Halle, Mersebourg.

---

(1) Principe, fonctionnement et avantages du gazogène « Fichet et Heurtey » à sole tournante et à décrassage automatique.

« Gaz mixte ». Application générale des combustibles gazeux aux chauffages industriels et à la force motrice, Paris.

Emploi des moteurs à gaz pauvre dans les usines génératrices d'électricité et spécialement dans celle de tramways électriques, par Charles Thonet, ingénieur, Directeur général de la Société d'Entreprise générale de Travaux, à Liège. *Revue universelle des mines*, etc., t. LI, 1900, p. 221.

Station génératrice à gaz pauvre des tramways électriques de Lausanne. *Le Génie civil*, t. XXXIII, n° 16, 1898, p. 254.

Application du gazogène à sole tournante, Fichet et Heurtey, Force motrice au gaz mixte. Références.

(2) Tramways électriques d'Orléans avec station génératrice à gaz pauvre par Saint-Martin. *Extrait du Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des Ecoles nationales d'Arts et Métiers*, décembre 1899.

19. Poitiers (250 ch).

20. Tunis (600 ch), par Fichet et Heurtey, consommation de charbon par kw-heure : 0,8 kg.

21. Saint-Ouen (400 ch), Gazogène Dowson, par Fichet et Heurtey, consommation de charbon par kw-heure : 0,8 kg.

22. Amsterdam.

23. Nancy (350 ch).

24. Chemin de fer électrique de Mödling-Hunterbrühl.

ÉCLAIRAGE DES RUES
PAR LAMPES A INCANDESCENCE

Cet intéressant sujet a été traité récemment dans un mémoire présenté par MM. Western Unterwood et V. R. Lansing.

Comme les auteurs le font remarquer, l'éclairage des rues par lampes à arc présente de nombreux inconvénients dont les principaux sont : la mauvaise répartition de la lumière et le grand éclat des foyers, malgré le soin que l'on prend généralement de placer ces foyers dans des globes en opale.

La nécessité de placer les foyers à grande hauteur, à la fois pour améliorer la répartition et aussi à cause de la grande intensité lumineuse de ces foyers, diminue notablement le rendement. Néanmoins, l'éclairement au voisinage immédiat du foyer est encore tellement intense que l'œil ne peut s'accommoder à la grande réduction de cet éclairement à mesure qu'on s'en écarte; à moins donc que les lampes ne soient assez rapprochées, il semble par suite que l'éclairement à une certaine distance des foyers ne soit absolument insuffisant, bien que l'éclairement moyen soit plutôt considérable et, dans tous les cas, l'intensité du foyer éblouit les yeux.

Il est évident que l'éclairage par lampes à incandescence doit permettre d'obtenir une répartition bien meilleure et que l'éclat des foyers ne sera plus à redouter. Malheureusement le coût de cet éclairage est nécessairement plus élevé et ce supplément de dépense ne peut être accepté que dans des cas particuliers, comme, par exemple, dans des quartiers luxueux où le commerce peut profiter dans une certaine mesure de cette dépense supplémentaire et au besoin y participer.

Différentes villes de l'Ouest, aux Etats-Unis, ont adopté cette solution et leur exemple paraît devoir être suivi.

A Columbus, dans l'Ohio, l'éclairage par lampes à incandescence est fait sous forme de guirlandes qui ne réalisent pas, d'après les auteurs de ce mémoire, un bon emploi de ce genre d'éclairage; c'est ainsi qu'ils lui reprochent d'avoir un aspect d'illumination plutôt que d'éclairage normal, de fatiguer encore les yeux quoique à un moindre degré que l'arc, par suite de l'absence de globes diffuseurs autour des lampes et enfin de donner un mauvais rendement lumineux.

A Los Angeles (Californie), la lampe à incandescence a été appliquée à l'éclairage public de certaines rues à la suite d'une étude faite par une société locale « the Broadway Improvement Company » qui s'était constituée dans le but d'améliorer l'éclairage de cette voie de la ville. Cet éclairage était fait par des lampes à arc placées à l'intersection des rues transversales et comme les pâtés de maison ont une longueur de 180 m environ, on conçoit parfaitement que vers le milieu de ces blocs, l'éclairement devait être à peu près négligeable.

Pour transformer l'éclairage on s'adressa à l'initiative privée; la souscription demandée fut de 25 fr par mètre de façade; les propriétaires payant les frais d'installation et les locataires les frais d'entretien. Depuis lors, l'installation a fait retour à la ville qui paie l'éclairage à la société productrice : celle-ci ayant à sa charge l'entretien.

Les appareils adoptés pour l'éclairage de Broadway sont des candélabres de hauteur à peu près égale à celle des candélabres à gaz qui supportent sept globes de verre dépoli dont un central, ayant 45 cm de diamètre qui contient six lampes de 32 bougies, et six autres montés sur des bras répartis autour du globe central; ces derniers globes ont 20 cm de diamètre et contiennent chacun une lampe de 32 bougies. Les candélabres sont placés à environ 30 m les uns des autres. Il y en a 134 sur une longueur de 1800 m environ dans le centre des affaires.

L'installation et l'équipement de chaque candélabre revient à 500 francs.

On se proposait d'étendre ce système d'éclairage à différentes autres rues de Los Angeles, en employant des procédés analogues pour couvrir les dépenses; mais, devant la mauvaise volonté de certains propriétaires, on a eu recours à une loi créant un impôt spécial pour les propriétaires des rues où cet éclairage était demandé par au moins les deux tiers des propriétaires intéressés.

Dans le candélabre de Spring Street, l'intensité lumineuse totale est la même, mais autre-

ment répartie; il comporte quatre bras supportant chacun un globe dépoli de 30 cm de diamètre avec 3 lampes de 16 bougies et entourant un globe central de 40 cm contenant 6 lampes de 32 bougies. Cet appareil est beaucoup plus ramassé que celui de Broadway; mais il produit moins bon effet et a un moins bon rendement par suite de la trop grande dimension des globes extérieurs qui occultent une partie de la lumière du globe central.

Il est à remarquer que dans tous ces appareils les lampes sont placées avec le culot en bas dans le but de réduire les causes de casse des lampes et les accidents qui peuvent en résulter pour les passants. Ces avantages sont obtenus au prix d'une légère diminution du rendement sur des appareils similaires, mais à lampes pendantes.

Le résultat obtenu, au point de vue de l'éclairement, est très bon; la voie est très largement et très uniformément éclairée, ainsi que les façades des maisons.

En ce qui concerne la dépense, chaque candélabre absorbe 12 ampères sous 110 volts. Comme les candélabres sont directement opposés des deux côtés des rues et placés, comme nous l'avons dit, à 30 m les uns des autres, cette dépense de 1320 watts correspond à une longueur de voie de 30 m, ce qui équivaut à la dépense d'une lampe à arc de 6 ampères tous les 15 m.

Un éclairage analogue a été adopté dans Michigan Avenue, à Chicago; des essais sont en cours à San-Francisco et dans différentes autres villes.

A. Bainville.

CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES ANGLAIS

Il semble résulter des nouvelles récemment publiées que plusieurs grandes compagnies anglaises de chemin de fer se sont décidées à adopter l'électricité sur quelques sections de leurs lignes avant d'appliquer définitivement ce mode de traction. Il n'y a pas très longtemps ces mêmes administrations se refusaient à faire cet essai avant d'avoir jugé, d'après les lignes de Liverpool, de Southport et de Tyneside, si les résultats pratiques étaient bons et si l'on devait adopter le système à troisième rail avec distribution par courant continu. Mais, pendant cette attente, des progrès ont été réalisés avec le courant alternatif simple et aujourd'hui, bien que les deux lignes exploitées par courant continu aient donné de bons résultats, les partisans du courant alternatif sont devenus plus nombreux que ceux du courant continu pour certaines lignes de chemins de fer. Des ingénieurs ont été convaincus par ce qu'ils ont vu en Amérique et en Europe et ont fait partager leur opinion en Angleterre avant toute application, car ici ce mode de distribution n'a pas encore été expérimenté, les sections de Londres-Brighton et de la côte Sud étant encore en construction.

La Compagnie du Lancashire and Yorkshire étend ses lignes électriques dans le district de Liverpool. La ligne de marchandises existant entre Seaforth et Aintree a été modifiée et un service de traction électrique pour voyageurs fonctionne aujourd'hui. Cette même compagnie s'occupe d'installer sur deux nouvelles lignes, entre Liverpool et Seaforth, la traction électrique qui fonctionnera sur toute la longueur de Aintree à Sandhills via Walton, ce qui constitue tout un circulaire électrique de Liverpool à Aintree par Seaforth avec retour à Liverpool par Walton.

Le chemin de fer London and North Western ne savait depuis longtemps comment décharger ses lignes principales du trafic suburbain et comment développer en même temps ce dernier service. Cette compagnie a résolu cette question en installant une ligne électrique de Euston à Watford, mi-partie le long de la grande ligne et mi-partie en dessous avec une boucle fermée et une station de jonction à Euston afin de desservir directement non seulement les stations déjà existantes, mais encore d'autres localités intermédiaires. Cette installation facilitera donc le service des grandes lignes, améliorera celui de Watford à Broad Street et permettra de relier cette ligne avec les chemins de fer électriques tubulaires avoisinants.

La Compagnie Midland Railway a récemment annoncé son intention d'installer la traction électrique sur la ligne de Lancaster à Neysham Harbour, soit sur une longueur de 7 milles avec le courant alternatif simple. Actuellement le district est desservi par des voitures automotrices à vapeur, mais elles seront remplacées par des voitures électriques qui réaliseront simplement un service local.

La Compagnie Metropolitan Railway est toujours occupée à achever ses lignes électriques qui supprimeront enfin la vapeur dans ses tunnels. Il paraît que les résultats financiers de l'exploitation électrique ne donneront des bénéfices qu'après l'achèvement complet. A la récente assemblée générale le président a parlé de quelques interruptions et accidents survenus dans le service électrique. La faute doit en être attribuée uniquement aux adjudicataires, tels que la Compagnie anglaise Westinghouse, qui n'ont pas encore livré tout le matériel et qui ont livré principalement des cou-

pleurs qui n'ont pas fonctionné régulièrement. Mais comme des coupleurs absolument semblables ont donné toute satisfaction sur des lignes américaines ou continentales, il ne semble pas y avoir de raison pour que leur service soit spécialement défectueux en Angleterre. Cependant les adjudicataires se sont engagés à reprendre tous ces coupleurs et à les remplacer par d'autres d'un modèle différent qui semble mieux s'adapter au caractère du réseau. La Compagnie espère que, dans quelques semaines, des trains électriques circuleront entre Hammersmith et la Cité.

La Compagnie Metropolitan District ne peut pas encore dire si elle réalise des bénéfices, car ses lignes ne sont pas achevées. Il est vrai que pendant ce premier semestre son trafic a augmenté de 18,4 0/0 sur le semestre précedent; il également vrai que ses recettes ont augmenté de 14 453 livres, mais ses dépenses d'exploitation se sont accrues de 52 033 livres! Un service plus fréquent ayant porté le nombre de milles parcourus de 815 667 à 1 199 569 (47 0/0) a donné une augmentation de dépenses de 45,29 0/0. On cherche à réaliser des économies dans cette exploitation, on révise également l'échelle des tarifs. Il y a eu d'ailleurs cette année de fréquentes interruptions dans le service électrique au moment de l'installation des nouveaux signaux automatiques, mais ces difficultés sont maintenant surmontées. Les anciennes voitures et locomotives à vapeur vont être vendues.

Les chemins de fer anglais se ressentent de plus en plus chaque année de la concurrence des tramways et leurs ingénieurs se sont naturellement occupés de rechercher la manière la plus efficace de combattre cette concurrence. L'un des points qui ont attiré spécialement leur attention est relatif au trafic suburbain qui peut s'effectuer par des services de voitures automotrices. Dans certains cas, nous croyons que ces installations pourraient faire adopter la traction électrique sur les lignes de chemins de fer. MM. Harry Riches et S. Haslam, deux experts en traction, ont présenté un travail sur le trafic des chemins de fer par voitures automotrices à l'Institution des ingénieurs-mécaniciens de Cardiff; ce travail était fort intéressant. Les auteurs remarquent que, d'après l'avis de la plupart des ingénieurs des chemins de fer et de beaucoup d'ingénieurs électriciens, l'adoption de la traction électrique n'est justifiée que lorsqu'elle s'applique à un service suburbain. Quant aux grandes lignes, cette adoption a presque toujours comme résultat une perte pour la compagnie, car le facteur de charge de la station d'énergie est toujours faible à cause des intermittences considérables du service. Le trafic suburbain, au contraire, spécialement pour les districts populeux, comporte un service très fréquent et très chargé. Il y aurait donc lieu d'adopter un service fréquent à grande accélération partout où l'on peut craindre une concurrence de lignes municipales de tramways. Ils donnent ensuite une brève description de quelques installations réalisées dans ce sens.

La Compagnie Taff Vale Railway demande à adopter une méthode plus économique d'exploitation pour l'une de leurs lignes qui ne comporte qu'un faible trafic; les auteurs du travail ci-dessus mentionné établissent à ce sujet des comparaisons entre le capital engagé et les dépenses d'exploitation avec la vapeur et l'électricité, celles-ci étant divisées dans ce dernier cas en : 1° voitures à accumulateurs; 2° système à troisième rail; 3° lignes aériennes avec retour par les rails et retour par un rail spécial; 4° aller et retour du courant par les rails spéciaux. La Belgique, la France, l'Allemagne ont été visitées et informations ont été prises partout où l'électricité est employée dans la traction. On a trouvé que les systèmes 2, 3 et 4 étaient beaucoup trop onéreux. On a également considéré le prix d'une voiture avec dynamo actionnée par un moteur à pétrole et accumulateurs pour le fonctionnement en parallèle avec le générateur quand cela est nécessaire pour franchir des rampes; mais ce prix était énorme car il comprenait en outre un survolteur et deux moteurs de 75 ch; aussi ce système a-t-il été abandonné. Les voitures à accumulateurs ont été ensuite étudiées. On a pris comme exemple celles de Belgique et celles de Swansea. Le poids brut à vide de chaque voiture était respectivement de 20 tonnes et de 45 tonnes. Le nombre des places était de 50-60 pour la Belgique et de 42 et 57 pour Swansea.

La capacité des batteries était de 140 ampères-heure au régime normal de décharge de 20 ampères à Swansea et de 250 ampères-heure au régime de 125 ampères en Belgique. On arrive à ce résultat que les voitures à accumulateurs n'étaient pas pratiques, car le prix initial (4000 à 5000 livres) était excessif et les conditions de fonctionnement étaient de plus très défectueuses par rapport aux voitures à vapeur.

MM. Riches et Haslam résument alors les caractères principaux des voitures automotrices adoptées dans les différents services anglais et étrangers. Des voitures mixtes électriques et à pétrole sont employées par la Compagnie du North Eastern Railway et circulent entre Scarborough et Filey. Dans ces voitures une batterie d'accumulateurs de 38 éléments est suspendue au châssis et fournit du courant au générateur qui agit alors comme moteur pour faire démarrer le moteur à pétrole. Après le démarrage, le courant est interrompu et le moteur reprend ses fonctions de génératrice. Une petite excitatrice sert à la fois à exciter la génératrice et à fournir du courant aux lampes de 16 bougies de 30-72 volts. La tension de cette machine peut atteindre 95 volts pour la charge de la batterie quand l'éclairage ne fonctionne pas. Enfin, les auteurs déclarent que la voi-

ture automotrice à vapeur est le seul moyen pour les compagnies de chemins de fer de rivaliser avec les tramways lorsque la traction électrique ne peut être adoptée.

Le service des trains électriques de la Compagnie du North Eastern Railway, dans le district de Newcastle, continue à donner de bons résultats. Il y a eu 300 000 voyageurs de plus que pendant le dernier semestre de 1905. La traction électrique est également employée dans ce district pour le transport des marchandises et des trains de ce genre ont parcouru 2634 milles pendant ce semestre, au lieu de 458; le North Eastern Railway a réalisé de grands progrès au point de vue des voitures automotrices et, dans un grand nombre de cas, il a été créé des lignes de trains légers qui rendent de grands services.

La Compagnie du chemin de fer électrique aérien de Liverpool a introduit quelques changements dans ses tarifs dans l'espoir de pouvoir rivaliser avec les tramways municipaux et avec le service électrique de chemin de fer Lancashire au Yorkshire, mais ce résultat désiré n'a pas été atteint, car le nombre des voyageurs continue à diminuer et les recettes par voyageur restent moins élevées, seules conséquences des modifications apportées. La Compagnie accepta l'échange du trafic avec celle de Yorkshire, mais là encore les résultats sont désavantageux.

Si nous examinons maintenant les lignes tubulaires électriques de Londres, nous voyons que le Great Northern and City Railway (Cité et Finsbury Parc), qui avait commencé d'une manière très médiocre, est maintenant dans une meilleure situation.

Le service des trains s'effectuera maintenant, à partir du prochain hiver, à des intervalles de 2 minutes pendant les heures chargées au lieu de 2,5 minutes; le reste de la journée les trains se succéderont toutes les 3,5 minutes. La Compagnie attend le moment favorable pour faire appel aux souscripteurs afin de recueillir le capital nécessaire à la construction du tunnel pénétrant dans la cité, à Lottsbury. Mais la concurrence active des omnibus automobiles retarde ce moment et le public n'est pas actuellement tenté de placer ses fonds dans la construction d'une nouvelle ligne tubulaire.

Le prolongement jusqu'à Euston de la ligne City and South London est très avancé. Cependant en un point on a rencontré des roches et les travaux ont subi des retards par suite de l'établissement des perforatrices à air comprimé qui sont devenues nécessaires. Pendant les seize dernières années cette Compagnie n'avait pu trouver le moyen de faire sortir facilement les trains des tunnels pour les amener à la surface dans les dépôts. A Hockwell on avait établi un plan incliné sur lequel les voitures étaient halées par un câble d'acier, mais cette méthode très onéreuse vient d'être remplacée par un monte-charge qui à travers un large puits remonte les voitures.

La Compagnie du Central London Railway a vu diminuer son trafic depuis l'adoption de la traction électrique sur le métropolitain et depuis aussi l'établissement des omnibus automobiles. On s'attendait bien, d'ailleurs, à cette diminution, car le public devait nécessairement préférer les lignes du métropolitain qui sont à fleur de terre, au lieu des lignes tubulaires à grande profondeur qui nécessitent l'emploi d'ascenseurs. Nul doute que cette situation ne s'accentue encore lorsque tout le réseau du métropolitain sera à traction électrique. Il est évident que la nécessité d'entrer dans deux ascenseurs puis dans un train pour un parcours de peu de durée éloignera le public de certaines lignes tubulaires. Cependant afin d'assurer un service toujours parfait, la Compagnie du Central London vient d'installer à la sous-station du Post-Office un matériel supplémentaire. A Shepherd's Bush, la station génératrice, on a également ajouté du matériel à l'ancien qui était insuffisant pour subvenir à l'alimentation.

La ligne Baker street and Waterloo a changé ses tarifs, le prix unique de 0 fr. 20 ne satisfaisant pas le public. On espère que la nouvelle section entre Baker street et Edgware Road sera ouverte avant la fin de cette année. La ligne tubulaire du Great Northern Piccadilly et Brompton sera achevée en janvier prochain. Les tunnels sont finis et les conducteurs de la voie sont posés. Les sous-stations sont également prêtes. Le dépôt des voitures et les ateliers de réparation de Lillie Bridge sont terminés et déjà 75 voitures sont livrées.

La ligne tubulaire de Charing Cross, Eastern et Hampstead est en construction, mais on ne peut encore fixer la date de son achèvement.

La Compagnie du chemin de fer Londres, Tilbury et Southend, qui achetait l'énergie nécessaire à la Compagnie du métropolitain (station génératrice de Lol's Road), va établir une station centrale particulière.

A. H. B.

L'INDUSTRIE ÉLECTROTECHNIQUE DES ÉTATS-UNIS

(RECENSEMENT DE 1905)

L'*Electrotechnische Anzeiger* fait remarquer que, d'après les résultats du recensement officiel opéré en 1905, l'industrie électrotechnique des États-Unis a présenté pour 1904, par rapport à l'année 1900, un progrès sensible en ce qui concerne son extension et sa production. C'est ce qui ressort des chiffres suivants :

	Recensement de 1905.	Recensement de 1900.	Pourcentage d'augmentation en 1905.
Nombre des fabriques	783	580	35,0
Capital engagé	191 469 874 dollars.	83 130 943 dollars.	130,3
Employés, comptables, etc. :			
Nombre	11 590	4 987	132,4
Traitements	11 675 576 dollars.	4 563 112 dollars.	155,9
Ouvriers :			
Nombre moyen	59 336	40 890	45,1
Salaires	31 226 721 dollars.	20 190 344 dollars.	54.7
Dépenses diverses	17 934 878 »	6 788 314 »	164,2
Dépenses en matières premières	66 728 176 »	48 916 440 »	36,4
Valeur totale de la production	140 614 431 »	91 348 889 »	53,9

Si l'on fait entrer en ligne de compte les articles électrotechniques fabriqués par d'autres industries comme produits accessoires, la valeur totale ci-dessus de 140 614 431 dollars passe au chiffre de 157 949 514 dollars. Les produits des différentes branches de l'industrie électrotechnique se sont répartis, pour 1904 et 1900, comme il suit :

	Recensement de 1905.	Recensement de 1900.	Pourcentage d'augmentation pour 1905.
	dollars.	dollars.	
Dynamos	11 084 234	10 472 576	5,8
Moteurs	22 370 626	19 505 504	14,7
Charbons	2 710 935	1 731 248	56,6
Lampes à incandescence	8 319 159	4 036 112	106,1
Appareils téléphoniques et télégraphiques	16 974 892	12 154 678	39,7
Fils isolés et câbles	34 519 699	21 299 001	62,1
Autres produits	59 171 047	33 490 464	76,7
Travaux d'entretien et de réparation	2 798 922	2 063 736	35,6
Somme	157 949 514	104 746 319	50,8

Les valeurs ci-dessus représentent simplement les prix de fabrication et non ceux de vente. Indépendamment des 783 fabriques précitées, on en rencontre encore, par le pays, un certain nombre d'autres qui ne construisent des appareils électriques que pour leur propre usage.

G.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Applications diverses.

367 751. — Streuber. — Bougie d'allumage (15 juin 1906).

367 732. — Soc. Siemens et Halske. — Avertisseur d'incendies (4 juillet 1906).

367 730. — Maison Bréguet. — Réglage du couple résistant des freins électriques (4 juillet 1906).

367 755. — Maison Rousselle et Tournaire. — Système de voyant indéclenchable (4 juillet 1906).

367 789. — Soc. Koch et Sterzel. — Utilisation de tubes Rœntgen (6 juillet 190.).

367 854. — Jacobs. — Assemblage de pièces métalliques (7 juillet 1906).

Canalisations.

367 774. — Soc. Geoffroy et Delore. — Câbles électriques pour haute tension (5 juillet 1906).

Eclairage et Lampes.

367 849. — Kœrting et Mathiesen. — Aimant souffleur pour lampes à arc (7 juillet 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

367 835. — Roberts. — Diaphragme électrolytique (6 juillet 1906).

367 863. — Edison. — Fabrication de pellicules (7 juillet 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

367 827. — Gianoli. — Machine magnéto-électrique (6 juillet 1906).

367 773. — Feuchtmeyer et Konitzer. — Commutation pour courant faible (5 juillet 1906).

Moteurs.

367 825. — Latour. — Moteur monophasé (5 juillet 1906).

Télégraphie.

361 774. — Collombier. — Signaux télégraphiques (16 sept. 1905).

Téléphonie.

367 680. — Soc. Aktiebolaget Eriesson und C°. — Mise en circuit pour les bureaux centraux téléphoniques (28 juin 1906).

Traction.

367 812. — Johnson. — Appareil pour actionner les aiguilles, les signaux (9 juin 1906).

367 820. — Johnson. — Traction électrique sur voie aérienne (27 juin 1906).

BIBLIOGRAPHIE

Les turbines à vapeur, ouvrage suivi de *Considérations sur les machines thermiques et leur avenir, ainsi que sur la turbine à gaz,* par A. Stodola, professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich, traduit d'après la 3e édition allemande, par E. Hahn, ingénieur, directeur du Laboratoire de mécanique appliquée de l'Université de Nancy. Un volume format 25 × 16 cm de VIII-636 pages, avec 434 figures. Prix : broché, 25 francs; cartonné, 26 fr. 50. (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Il n'existait pas en français de traité sur les turbines à vapeur. Les quelques monographies parues sur ce sujet ont généralement un caractère descriptif; elles n'abordent qu'incidemment le calcul de ces moteurs et laissent entièrement de côté les problèmes de résistance des matériaux et d'autre nature que leur construction soulève.

Aussi M. Hahn a-t-il cru utile de publier la traduction de l'ouvrage de M. Stodola, dont trois éditions déjà ont consacré la réputation dans les pays de langue allemande.

Cet ouvrage comprend trois parties : la première se rapporte plus spécialement aux turbines à vapeur; la seconde traite de questions exigeant des développements mathématiques un peu importants; la dernière forme un court résumé de thermodynamique, car il est indubitable que seule cette science permet d'acquérir une idée nette des évolutions de l'énergie dans une turbine à vapeur. L'abstraction théorique d'un écoulement s'effectuant sans résistance ne suffit pas à l'étude des phénomènes réels. Pour les analyser, on dispose d'un moyen commode : la notion d'entropie qui, à l'aide du diagramme entropique, permet de résoudre facilement tous les problèmes auxquels conduit l'étude des turbines à vapeur. M. Stodola développe aussi les deux principes fondamentaux de la thermodynamique, afin de faciliter la tâche des lecteurs auxquels cette science ne serait plus très familière. Il en profite pour donner au second principe une forme correspondant mieux aux idées modernes, en se basant pour cela sur le mouvement perpétuel de deuxième espèce et en évitant la méthode de démonstration de Plank qui, lorsqu'on l'examine de près, n'est pas exempte de points douteux. Ce second principe est jusqu'ici toujours sorti fortifié des attaques dirigées contre lui. La fin du même chapitre est consacrée à une brève revue des différents systèmes de machines thermiques. Il a paru utile, eu égard aux progrès accomplis dans la construction des générateurs à gaz, d'étudier aussi la turbine à gaz.

-oo-

Le contre-maître mécanicien, par Joanny Lombard, chef d'atelier à l'Ecole nationale d'arts et métiers de Lille, et Julien Caen, inspecteur de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail. Un volume format 21 × 14 cm, de 506 pages, avec 317 fig. Prix : br., 7 fr. 50; cart., 8 fr. 75. (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Le contre-maître mécanicien, en dehors de ses connaissances professionnelles, doit nécessairement posséder des notions d'arithmétique, de géométrie, de trigonométrie, de physique, de chimie, de mécanique et d'électricité, afin de pouvoir résoudre les différents calculs d'atelier; il doit, en outre, connaître les procédés et les dispositifs qui assurent, dans son atelier, le bon ordre et la sécurité de ses ouvriers; il doit enfin comprendre parfaitement les différentes lois ouvrières.

Dans le livre que publie M. J. Lombard, toutes ces questions sont traitées.

La *première partie* renferme les notions d'arithmétique, de géométrie, de trigonométrie, de physique, de chimie, de mécanique et d'électricité. L'auteur a donné, pour chacun des principes énoncés dans cette première partie, une démonstration simple et précise; d'autre part, des exercices numériques très nombreux accompagnent chacune de ces démonstrations; l'électricité, dont les applications industrielles sont de plus en plus nombreuses, a été étudiée avec un soin particulier.

L'étude des moyens permettant d'assurer l'ordre dans un atelier, ainsi que l'étude des précautions prises dans les ateliers modernes pour assurer aux ouvriers les meilleures conditions de travail au point de vue de l'hygiène et de la prévention des accidents, constituent la *deuxième partie.*

Enfin, la *troisième partie* se rapporte à l'étude des lois ouvrières; afin de rendre cette dernière partie aussi claire que possible, le texte de chacune des lois est suivi d'un commentataire constitué par une série de demandes et de réponses.

Ce livre sera favorablement accueilli, car il est susceptible de rendre de nombreux services aux contremaîtres et aux chefs d'atelier mécaniciens.

CHRONIQUE

La houille blanche en Suède.

En rapportant que le lieutenant Sven Lubeck a fait, au Congrès technique qui s'est récemment tenu à Nowköping (Suède), une conférence sur les ressources en houille blanche de la Suède et des pays voisins, l'*Elektrotechnische Anzeiger* donne de cette conférence la courte analyse ci-après : Les disponibilités hydrauliques de la Suède s'évaluent à 10 millions de ch, celles de la Norvège à 28 millions et celles de la Finlande à 4 millions de ch. seulement. Malheureusement, on ne saurait utiliser la totalité de ces richesses énormes, car quantité de lacs, de rapides et de chutes se rencontrent dans des régions inhabitées et écartées des centres. La Suède se trouve, au point de vue de la mise en valeur, mieux partagée que la Norvège : elle peut en effet exploiter 2 millions de ch. contre 1,5 million de ch. et 300 000 ch. que la Norvège et la Finlande ont respectivement la possibilité d'employer. En Suède, les chutes d'eau se prêtent particulièrement aux besoins de l'industrie minière pour le traitement des minerais, à l'alimentation des usines électrochimiques ainsi qu'à la fabrication du papier. Une mise en valeur rationnelle et étendue des eaux suédoises diminuerait naturellement la consommation en charbon et changerait de façon appréciable, pour la Suède, la balance commerciale. Suivant M. Lübeck, les importations diminueraient, de ce chef, de plus de 80 millions de fr. par an, tandis que les exportations s'accroîtraient d'environ 196 millions. G.

L'usine hydraulico-électrique de Moosburg-sur-Isar (Allemagne).

L'*Elektrotechnische Anzeiger* donne les détails suivants sur l'usine hydraulico-électrique de Moosburg-sur-Isar, encore en cours de construction, qui doit concourir à l'alimentation de Munich :

L'installation consiste essentiellement en un barrage construit dans le lit de l'Isar, à 1 km en aval du pont de Moosburg, en une écluse pour l'admission de l'eau et en un canal de 4 km de longueur. L'usine centrale est construite à peu près au milieu du parcours du canal. On doit emprunter à l'Isar une quantité de 70 m³ d'eau par seconde. Cette masse liquide, amenée à trois turbines Francis avec une chute moyenne de 7,9 m, développera une puissance de 5 183 ch. Les trois turbines sont chacune accouplées à une génératrice débitant du courant triphasé sous 5 000 volts. L'énergie électrique ainsi produite doit avoir sa tension élevée de 5 000 à 50 000 volts et être transportée à Munich par deux lignes aériennes dont les conducteurs présentent chacun une section de 3 × 16 mm². A Munich, le courant aura sa tension de nouveau réduite, par des transformateurs installés dans la Hirschau, à 5 000 volts puis il sera distribué, avec cette dernière tension, à l'aide du réseau déjà existant. Le devis primitif faisait ressortir les frais de l'installation à 3 900 000 fr, mais ce chiffre sera certainement dépassé par suite des exigences nouvelles du gouvernement bavarois, lequel désire augmenter les constructions d'abord projetées, en leur donnant en outre une solidité spéciale. Les turbines, construites par la maison J.-M. Voith de Heidenheim, coûtent 162 000 fr; les dynamos sortent des ateliers Siemens et Schuckert de Berlin, et enfin le matériel de canalisation électrique est fourni par la Société « Allgemeine Elektrizitæts ». — G.

La station hydraulico-électrique de Winnipeg (Canada).

Suivant l'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger*, une nouvelle usine hydraulico-électrique, destinée à l'alimentation de Winnipeg, le principal centre de la partie nord-ouest du Canada, va être incessamment mise en service. Le courant doit être transporté à Winnipeg sous une tension de 60 000 volts. L'énergie hydraulique est empruntée au fleuve Winnipeg. Pour la captation de la masse d'eau nécessaire, on a creusé un canal de 12,9 km de longueur, qui donne une chute de 12,2 m. La puissance disponible aux bornes des dynamos s'élève à 30 000 ch. L'usine centrale renferme quatre groupes électrogènes de 1000 kw et cinq de 2000 kw. Chacun de ces groupes se compose d'un alternateur triphasé à inducteur tournant accouplé à une turbine Mac Cormish. Le courant est produit sous une tension de 2300 volts et à la fréquence de 60 périodes par seconde. Le courant d'excitation est fourni par deux machines à courant continu de 100 kw sous 125 volts qui sont accouplées aux machines triphasées, et par deux machines à courant continu de 175 kw sous 125 volts, actionnées par des moteurs triphasés d'induction. Le rendement des machines à courant alternatif est garanti, à pleine charge, à 95,5 0/0. La tension est élevée à 60 000 volts dans 15 transformateurs qui sont disposés en cinq séries, dont deux de 830 kw et trois de 1800 kw. Les enroulements primaires et secondaires se trouvent aménagés de telle sorte que les primaires reçoivent une tension de 2200, 2300 et 2400 volts et que les secondaires fournissent 40 000, 50 000 et 60 000 volts. Ils sont montés en triangle. Le rendement, à pleine charge, est garanti au chiffre de 98,2 0/0 pour les transformateurs de 1800 kw et au chiffre de 97,7 0/0 pour les transformateurs de 830 kw. Le courant, sous 60 000 volts, est conduit, par une double canalisation que porte un système de poteaux semblable à celui adopté pour la ligne Niagara-Toronto, jusqu'à la sous-station située dans Winnipeg, soit un parcours de 104,6 km. Cette sous-station renferme neuf transformateurs de 1800 kw et neuf transformateurs de 800 kw, lesquels sont absolument semblables à ceux de l'usine centrale et ont le même rendement. — G.

Détermination de l'état d'isolement des canalisations aériennes de tramways.

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* donne les détails ci-après sur un dispositif qui a été imaginé par M. Everett Edgcumbe et qui permet de déterminer, très facilement et rapidement, l'état d'isolement d'une canalisation aérienne de tramway électrique. Ce dispositif consiste en un barreau fixé à la tige du trolley et au-dessous de la poulie de contact elle-même. Ce barreau porte des deux côtés du trolley et parallèlement à l'axe de la voie deux arcs glisseurs. Le trolley court sur le fil de travail et les deux arcs glisseurs entrent, durant le trajet de la voiture pourvue de ce dispositif, en contact avec les fils transversaux portant le fil de travail. Entre la poulie du trolley et les deux archets glisseurs se trouve intercalé un galvanomètre, lequel, aussitôt que les archets entrent en contact avec le fil porteur, montre si l'isolement est défectueux ou bon. La vitesse

de marche de la voiture à laquelle on a donné le dispositif ci-dessus est de 11 à 12 km par heure, ce qui permet de se livrer très rapidement à un examen complet de la canalisation. — G.

Association des Ingénieurs scandinaves.

Au commencement du mois de juin dernier plusieurs ingénieurs et étudiants scandinaves habitant Dresde se réunirent pour examiner s'il ne convenait pas de fonder une Association d'ingénieurs.

Lors de cette première réunion, l'idée d'une Association scandinave fut acclamée, de sorte que l'Association put immédiatement se constituer et non seulement les statuts de l'Association existent déjà, mais elle compte aussi un assez bon nombre de membres.

La presse scandinave a accueilli favorablement cette Association et il parait qu'un heureux avenir est réservé à cette organisation.

D'abord l'Association avait l'intention de n'être que l'organe des étudiants et des ingénieurs actifs résidant à l'étranger; mais elle s'est étendue déjà sur la Scandinavie (Norvège et Suède) et dans les pays voisins, le Danemark et la Finlande, où les langues sœurs permettent de les considérer comme pays scandinaves.

Au premier coup d'œil, il parait un peu singulier que l'Association se soit fondée hors des pays du Nord, mais on peut bien se l'expliquer en considérant qu'un assez grand nombre d'ingénieurs scandinaves font leurs études à l'étranger (suivant les comptes rendus officiels, non moins de 197 étudiants scandinaves) ont été inscrits dans les académies techniques de l'Allemagne pendant le seul semestre d'été écoulé et qu'en outre, l'Union de représentants de plusieurs nationalités sous un seul drapeau, pour éviter la politique de partis ou nationalités, peut se faire plus facilement dans un pays neutre.

Suivant les statuts, l'Association doit poursuivre tant le but académique et scientifique que le but pratique et commercial. Elle publiera non seulement la liste de tous les membres actifs, mais, en général, tous renseignements et adresses utiles, afin de pouvoir fournir des informations à ses membres et à tous les intéressés.

L'Association servira comme de trait d'union entre l'ancienne et la jeune génération, soit pour les places, soit pour la pratique. L'Association donnera, en outre, des conseils relativement aux études, et se propose d'organiser des congrès en Scandinavie, de secourir ses membres pour leurs études, et aussi de publier un journal.

Dans le programme des travaux de l'Association figurent aussi les informations à donner au point de vue commercial. Par cela l'Association acquiert une importance pour les entreprises françaises, techniques et industrielles, ainsi que pour les maisons de commerce traitant avec les pays du Nord, soit en important ou en exportant, soit en recevant des ordres pour ou de la Scandinavie.

L'Association est dirigée par une Commission centrale. Les comités locaux des Académies techniques et des mines seront créés dans les villes principales de la Scandinavie sous la direction de la commission centrale. Des agences seront établies dans d'autres villes.

Des informations plus amples sur l'Association seront fournies sur demande par le comité de Dresde. On peut s'adresser à l'Académie technique de Dresde, en attendant qu'une agence soit ouverte à Paris.

Utilisation de la puissance hydraulique en Italie.

L'*Electrotechnische Anzeiger* nous apprend que, dans certaines régions de l'Italie, l'énergie hydraulique tend de plus en plus à se substituer au charbon. C'est ainsi que l'industrie cotonnière, par exemple, emprunte actuellement la plus grande partie de la force motrice qui lui est nécessaire aux chutes d'eau. Grâce à une régularisation rationnelle de l'écoulement des eaux et à l'établissement de barrages appropriés, on a réussi, particulièrement dans l'Italie du Nord, à donner satisfaction aux industriels, aussi bien qu'aux habitants des parties supérieures des bassins des différents fleuves et rivières, lesquelles utilisent une partie des eaux dans les exploitations agricoles.

Depuis de nombreuses années déjà, la ville de Gênes se trouve alimentée en eau et en électricité par deux bassins qui empruntent au Gorzente une masse de 5 750 000 m³ de liquide. La société concessionnaire de l'entreprise se propose d'étendre encore ses installations pour disposer d'une nouvelle puissance de 6000 ch. Une autre société, qui utilise les chutes d'eau des Apennins, a construit des usines centrales en quatre points différents; une de ces usines doit fournir l'énergie électrique au port militaire de la Spezzia, les autres concourent à l'alimentation de Gênes. Presque toutes les villes d'importance moyenne de l'Italie du Nord s'éclairent aujourd'hui à l'électricité, et nombre d'entre elles ont construit des usines hydraulico-électriques leur appartenant. Parmi ces centres, comptant de 10 000 à 50 000 habitants, il faut citer Vercelli, Novare, Pavie, Bergame, Brescia, Vérone, Voghera, Alexandrie, Mantoue, Vincenza, Intra. Côme, qui est une place importante pour l'industrie de la soie, est alimenté pour l'éclairage et la force motrice, par une canalisation de 43 km de longueur, amenant l'énergie électrique d'une usine située sur le lac de Lugano, dans le voisinage de Porlezza. Lecco, bien connue par ses fromages, est alimentée en éclairage et en force motrice par une canalisation d'environ 23 km. A Vérone, l'installation électrique diffère quelque peu de celles des autres villes en ce sens que, là, c'est un canal qui donne une chute de 11,5 m; l'usine correspondante débite 1000 ch, sous une tension de 3000 volts; ces 1000 ch sont distribués à de nombreux industriels, généralement à raison de 35 ch en moyenne par abonné. De même que Vérone, les villes de Vercelli, Novare et Pavie produisent elles-mêmes leur électricité. Brescia (67 000 habitants) possède déjà deux usines hydraulico-électriques, et une troisième est en cours de construction. Pour alimenter la station centrale située à proximité de Ponte Caffaro, on a créé une chute de près de 280 m et on dispose ainsi de 10 000 ch. En outre des installations qui pourvoient aux besoins des villes d'importance moyenne, on en rencontre dans l'Italie septentrionale beaucoup d'autres qui desservent simultanément de nombreux bourgs et villages, plus ou moins éloignés les uns des autres. A noter enfin que l'on se propose de conduire à Milan, en utilisant à cet effet les eaux de l'Ada, une nouvelle quantité d'énergie électrique de 40 000 ch. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 826 27 Octobre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, 20 fr. | UNION POSTALE, 25 fr.

Le Numéro, 50 centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

MANUFACTURE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉ POUR L'ÉCLAIRAGE

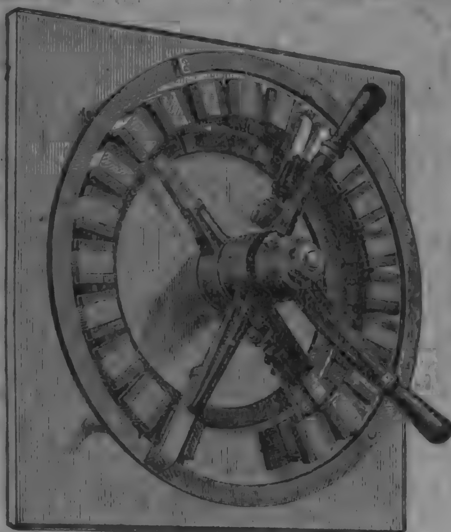
J. A. GENTEUR

122, Avenue Philippe-Auguste

TÉLÉPHONE : 940.38 — PARIS, 11e. — TÉLÉPHONE : Paris-Province.

SPÉCIALITÉ DE TABLEAUX DE DISTRIBUTION

APPAREILS POUR HAUTE TENSION



Réducteur double pour charge et décharge d'accumulateurs, avec plots morts et résistance intercalée.

Envoi franco du catalogue sur demande affranchie.

TOILE HUILÉE

UNIVERSAL

La première marque du monde

Fabrique de **MICANITE, MICA, PAPIERS ISOLANTS, VERNIS et RUBANS ISOLANTS, etc.**

AVTSINE ET CIE

12 bis, *Avenue des Gobelins*, 12 bis

PARIS

Téléph. 809-96 — Télégr. MICANITE-PARIS

LYON : 18, rue du Plat. TÉLÉPHONE 2-23

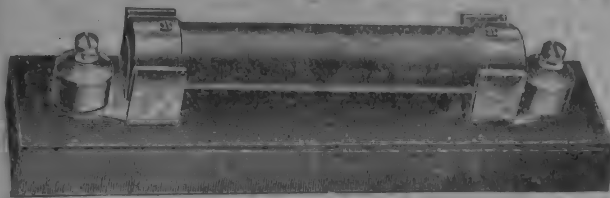
LÉON CHAPUIS & CIE

PARIS : 142, rue Lafayette. TÉLÉPHONE 431-98

Agents exclusifs pour la France et les Colonies de THE BRITISH JOHNS MANVILLE C^O L^D

FUSIBLES CUIRASSES " NOARK " avec INDICATEUR NOIRCISSANT de façon très apparente quand le fusible fond.

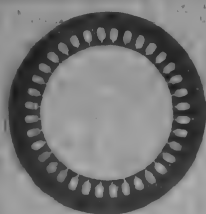
De 1/2 à 600 ampères et de 110 à 10.000 volts.

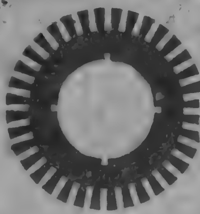


TYPE DE FUSIBLE AVEC SOCLE

Les FUSIBLES " NOARK " sont les seuls qui n'**ÉCLATENT JAMAIS, FONDENT** sans **BRUIT** et **SANS AMORCER** l'**ARC**, même sous un court-circuit **franc de 5.000 ampères.**

SOCLES de 1 ou plusieurs pôles pour FUSIBLES de toutes INSENSITÉS, BOITES ÉTANCHES, etc.





E. KRIEG & P. ZIVY

7, RUE BARBÈS, 7. MONTROUGE (SEINE)

(TÉLÉPHONE : 714-96)

Tôles découpées pour induits de Dynamos et enveloppes de Rhéostats.

MANUFACTURE D'APPAREILS POUR

ÉCLAIRAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

BRONZES — LUSTRES — CANDÉLABRES

Installations complètes à FORFAIT

Pour HOTELS, CHATEAUX et VILLAS

LAMPES, DYNAMOS, CABLES, MOTEURS

Société des Anciens Établissements LACARRIÈRE

16, rue de l'Entrepôt

LYON — PARIS — NAPLES

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

(Suite) (1)

III. — PROPAGATION DU COURANT SUR LES LIGNES

Nous avons exposé, dans le chapitre précédent, comment on pouvait mesurer les constantes électriques des lignes, malgré la complexité des phénomènes dont elles sont le siège. Nous allons maintenant étudier la façon dont un courant s'y propage. On peut aborder le problème, soit au point de vue mathématique, soit au point de vue expérimental. C'est surtout la seconde façon que nous adopterons. Mais nous nous servirons des résultats de la théorie, pour interpréter plus aisément ceux de l'expérience. Aussi nous croyons utile de donner un court résumé de la théorie mathématique.

§ 1. — THÉORIE MATHÉMATIQUE

Résultats de la théorie. — Nous serons aussi bref que possible; aussi nous nous contenterons de donner les résultats de la théorie de Vaschy, qui ont été calculés par M. Barbarat.

Quand on met une ligne électrique en relation avec une force électromotrice à l'une de ses extrémités, on crée une onde qui se propage sur la ligne avec une vitesse finie. Cette vitesse serait celle de la lumière, si la ligne était seule dans l'espace, mais elle est un peu plus faible, à cause des phénomènes magnétiques et électriques qui se produisent dans le milieu ambiant et dans les corps voisins. Elle est donnée par la formule

$$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$$

γ et λ étant la capacité et la self-induction par unité de longueur, quantité que nous avons appris à déterminer, ce qui donne pour le cuivre et pour le fer deux nombres assez différents :

$v = 235\,500$ km pour le cuivre
$v = 136\,000$ — fer.

L'onde arrive donc à l'extrémité de la ligne au bout d'un temps

$$\theta = \frac{l}{v} = l\sqrt{\gamma\lambda} = \sqrt{CL}.$$

C et L étant la capacité et la self-induction de la ligne entière. Elle s'y manifeste immédiatement sous la forme d'un courant qui prend instantanément une valeur finie, et varie ensuite de manière à se rapprocher de la valeur qui correspond au régime permanent donné par le formule d'Ohm

$$I = \frac{E}{R}.$$

(1) Voir l'*Electricien* n° 812, 21 juillet 1906, p. 33; n° 813, 28 juillet, p. 54; n° 814, 4 août, p. 77; n° 819, p. 149; n° 820, p. 168; n° 821, p. 186 et n° 822, p. 203.

Mais, en même temps, cette onde, dès son arrivée à l'extrémité de la ligne, se réfléchit, revient en arrière, se reflèchit à l'extrémité de départ, et réapparaît, au bout du temps 3θ, à l'arrivée, où elle produit un accroissement brusque du courant. Elle revient encore, mais de plus en plus faible aux temps 5θ, 7θ, 9θ, etc.

La forme de la courbe du courant dépend d'ailleurs de la valeur d'un certain coefficient δ dont la valeur est

$$\delta = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Si ce coefficient est compris entre 0 et 1,46, le courant à l'arrivée ne présente pas de ressauts brusques, il se manifeste avec une valeur inférieure à celle du régime permanent I, et continue à croître lentement et régulièrement jusque vers cette valeur. Pour la valeur 1,46 il débute avec la valeur I elle-même, continue à croître légèrement et reprend très vite la valeur I.

Entre 1,46 et 8,6 le courant débute par une valeur supérieure à I, qui atteint son maximum par $\delta = \pi = 3{,}1416$. Ce maximum est égal à 1,45 I. Les courbes dans cet intervalle présentent des ressauts.

Au delà de 8,6 le courant débute par une valeur inférieure à I, et s'élève peu à peu vers cette valeur par une série de gradins.

Voici les formules qui correspondent à ces phénomènes. Au départ, le courant prend, dès le début, une valeur finie et subit des ressauts aux temps 2θ, 4θ, etc.

Courant d'arrivée au temps θ $\frac{4\pi}{\delta}\frac{E}{R}e^{-\frac{\pi}{\delta}}$

1er ressaut au temps 3θ . . $\frac{4\pi}{\delta}\frac{E}{R}e^{-\frac{3\pi}{\delta}}$

2e ressaut au temps 5θ. . . $\frac{4\pi}{\delta}\frac{E}{R}e^{-\frac{5\pi}{\delta}}$

. . . .

Courant au départ au temps zéro. $\frac{2\pi}{\delta}\frac{E}{R}$

1er ressaut au temps 2θ . . . . $\frac{2\pi}{\delta}\frac{E}{R}e^{-\frac{2\pi}{\delta}}$

2e ressaut au temps 4θ. . . . . $\frac{2\pi}{\delta}\frac{E}{R}e^{-\frac{4\pi}{\delta}}$

Voici un tableau qui donne quelques valeurs intéressantes.

δ	Courant d'arrivée.	1er ressaut.	2e ressaut.	Courant de départ.
0,5	0,05	»	»	12,56
1	0,54	»	»	6,28
1,46	1,00	»	»	4,30
2	1,29	0,06	»	3,14
3	1,44	0,18	0,024	2,10
3,1416	1,45	0,20	0,024	2,00
4	1,34	0,30	0,052	1,50
8,6	1,00	0,48	0,23	0,74
10	0,92	0,48	0,24	0,62
20	0,52	0,36	0,28	0,30

Enfin, la figure 22 donne la courbe $\delta = 4$ telle qu'elle a été calculée par M. Barbarat.

Applications aux lignes télégraphiques. — Le facteur δ, qui détermine les différentes formes de la courbe du courant, ne dépend guère pour les lignes aériennes que de la résistance, c'est-à-dire

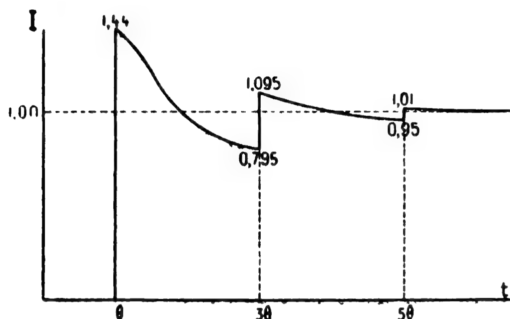


Fig. 22.

de la longueur des lignes En effet, la capacité a une valeur assez uniforme pour les lignes de cuivre et de fer, quel que soit le diamètre; la self-induction a deux valeurs différentes, suivant qu'il s'agit du cuivre ou du fer; mais pour un métal déterminé la quantité

$$\sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$$

est indépendante de la longueur et ne dépend que des valeurs kilométriques.

Comme la résistance augmente proportionnellement à la longueur, le coefficient δ diminue en même temps et, comme nous allons le voir, n'atteint la valeur 2 ou 3 que pour les lignes courtes. Pour les lignes souterraines, la valeur élevée de C rend encore ce coefficient plus petit. Voici un tableau qui donne pour différentes lignes les longueurs correspondantes aux valeurs 2 et 3 de δ :

	$\delta = 2$	$\delta = 3$
Fil de fer de 5 mm . .	345 kilom.	230 kilom.
Fils de cuivre 2,5 mm.	401 »	269 »
Câble sous papier. . .	96 »	64 »
Câble sous gutta . . .	50 »	35 »

Il ne faut donc pas s'attendre à avoir des courbes présentant beaucoup de ressauts sur les lignes télégraphiques. La valeur 2 pour δ y sera rarement dépassée.

Lignes non homogènes. — En pratique, le problème est encore plus compliqué, parce que les lignes ne sont pas homogènes; elles comportent des sections souterraines et des conducteurs de différents diamètres. Nous avons essayé de ramener le problème au cas des lignes homogènes en calculant la longueur équivalente des différentes spécifications de lignes, au point de vue des valeurs de δ ou de θ. Si par exemple, nous considérons une ligne en cuivre de 2,5 mm et une ligne en fer de 5 mm, à égalité de longueur, le δ de la première sera 1,16 fois plus grand, et le θ sera 1,70 fois plus faible.

Si donc nous voulons calculer la longueur d'une ligne de cuivre qui sera équivalente à une longueur donnée d'une ligne en fer, la longueur de cette dernière devra être multipliée par 1,16 s'il s'agit de δ, et par 1,70 s'il s'agit de θ pour tenir compte de ce fait que δ est inversement et θ directement proportionnel à la longueur des lignes. En désignant par A le coefficient de réduction pour le calcul de δ et par B celui de θ, on forme le tableau suivant :

	A	B
Fer 5 mm.	1,16	1,70
Cuivre 2,5 mm. . .	1,00	1,00
Papier.	4,10	2,70
Gutta.	8,60	4,50

Cas où la self-induction est négligeable. — Nous avons vu que δ sera généralement petit; un cas intéressant à étudier est celui où la self-induction est négligeable. Ce cas se présente pour les lignes sous-marines de grande longueur. Pour un câble analogue à celui qui relie Marseille à Alger, de 1000 km, δ ne serait pas supérieur à 0,12. Dans ces conditions, on peut, dans les calculs, faire abstraction de la self-induction. La forme du courant à l'arrivée est donnée par une courbe connue depuis fort longtemps sous le nom de courbe de Thomson et dont nous reproduisons les valeurs sur la figure 23, en prenant comme unité d'intensité, l'intensité finale I, et comme unité de temps la constante CR de la ligne.

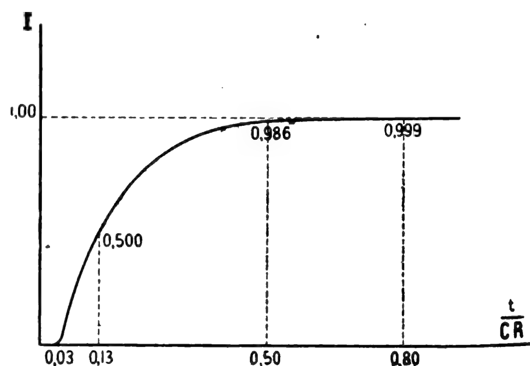


Fig. 23.

Le courant apparaît à l'arrivée au temps 0,03 CR, atteint la moitié de sa valeur au temps 0,13 CR, enfin parvient à un dixième près à son régime permanent au temps 0,50 CR.

§ 2. LIGNES SANS SELF-INDUCTION

Lignes réelles. — Au point de vue qui nous préoccupe, le cas des lignes sans self-induction est de peu d'intérêt. Tout d'abord, il n'y a pas de lignes sans self-induction, puisque nous avons vu que toutes, aussi bien les souterraines que les

aériennes, ont au contraire à peu près le même coefficient. Celles pour lesquelles la self-induction est négligeable forment une catégorie à part. Ce sont les lignes sous-marines et nous n'avons pas l'intention de les envisager ici. Les constantes de temps *CR* y sont en effet élevées, elles varient de 1 à 8 secondes. Le régime permanent n'est donc atteint, pour certaines de ces lignes, qu'au bout de temps relativement élevés. Les courbes enregistrées à l'arrivée par les récepteurs recorders suffisent pour faire l'étude complète des transmissions. Nous renverrons les lecteurs, que cette question intéresserait, aux articles, que nous avons publiés antérieurement sur ce sujet (1). Nous y avons étudié le cas simple de Thomson, et les cas plus compliqués qui se présentent en pratique où les extrémités sont bloquées par des condensateurs. Nous avons établi des formules mathématiques, qui se trouvent vérifiées très exactement par l'expérience. Nous pensons donc qu'il est inutile de revenir sur ce sujet.

Lignes artificielles. — Nous nous sommes bornés sur ce point à étudier à l'oscillographe les lignes artificielles. Il est souvent commode, en laboratoire, d'employer pour les expériences des appareils présentant les mêmes qualités électriques que les lignes réelles, qui ne soient pas soumis aux perturbations de ces dernières et qui puissent être modifiées au gré de l'expérimentateur.

C'est dans ce but qu'ont été réalisées les lignes artificielles. Ces lignes se composent de bobines de résistance R et de condensateurs C assemblés comme l'indique la figure 24.

On peut réaliser la disposition A B ou la disposition A' B'. Dans la première, la ligne est entièrement symétrique, l'appareil de réception se placera en M et les deux pôles de la pile se raccorderont à A et à B. Dans la deuxième, les résistances ne seront placées que sur une face des condensateurs, les autres faces seront réunies à B' et à M. Ces deux dispositions sont d'ailleurs équivalentes si, dans le deuxième cas, les bobines ont une résistance double. L'appareil M est toujours placé sur la dernière branche d'un réseau complexe dont les différentes parties sont équivalentes.

On a souvent peur, en employant les lignes artificielles, de ne pas recevoir dans l'appareil un courant ayant réellement traversé la ligne, surtout dans le cas du dispositif A' B'. On n'aura aucune crainte à avoir de ce chef, si on a pris le soin de placer M entre la dernière résistance et la deuxième face du dernier condensateur; la ligne B' M n'est pas, en effet, comme on serait tenté de le croire à première vue, parcourue par un courant uniforme; elle est formée de sections comprises entre les condensateurs qui appartiennent à des branches différentes du réseau, et l'appareil sera correctement installé, s'il est placé dans la dernière branche.

Il était intéressant de vérifier jusqu'à quel point ces lignes se comportent comme des lignes réelles. Le calcul, qui en a été fait par M. Bazille, indique qu'il en sera bien ainsi, si le nombre des sections est supérieur à 5; avec un nombre de sections inférieur, le courant apparaît plus tôt à l'arrivée, mais la courbe est beaucoup plus aplatie.

L'expérience, faite à l'oscillographe, a confirmé pleinement ces déductions théoriques et nous avons constaté expérimentalement qu'il suffit de cinq sections pour obtenir une courbe se confondant avec celle de Thomson. Ce résultat peut être intéressant pour les expérimentateurs.

Nous avons aussi étudié le courant qui circule dans les différentes sections. Nous avons constaté qu'au début de la ligne, le courant a l'allure du courant de charge d'un condensateur. Il apparaît instantanément avec une valeur assez grande, puis

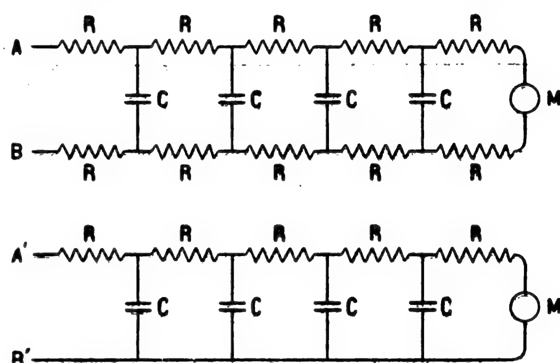


Fig 24.

diminue lentement jusqu'à la valeur de régime. A mesure qu'on s'avance sur la ligne, le courant monte moins rapidement, mais il présente toujours un maximum bien marqué; au milieu de la ligne, le maximum disparaît; puis la courbe s'allonge de plus en plus pour arriver à la fin de la ligne, à la forme de Thomson.

§ 3. LIGNES AVEC SELF-INDUCTION

Lignes artificielles. — Les lignes artificielles présentant de grandes commodités pour l'étude des phénomènes, nous avons cherché à en constituer. Comme bobines de self-induction, nous avons pris des relais Baudot. Nous les avons substitués aux bobines ordinaires de résistance et nous avons ainsi formé une ligne comportant dix sections ayant 200 ohms chacune de résistance, et 1,37 henry en moyenne de self-induction. Nous avons complété la ligne par un nombre variable de condensateurs 5 ou 10 ayant des capacités de 1, 1,5, 2 et 3 microfarads. Le δ de ces lignes a des valeurs comprises entre 4,70 et 2,70.

Elles se trouvent donc dans les conditions

(1) *Eclairage électrique*, mai 1902.

requises par la théorie pour que la courbe du courant présente des ressauts très caractérisés.

Le temps θ de propagation sur la ligne était compris entre 8,3 et 14,3 millièmes de seconde.

Nous avons recueilli au départ et à l'arrivée des courbes à l'oscillographe qui présentent toutes les mêmes particularités et dont les figures 25 et 26 donnent des spécimens.

La figure 25 représente le courant au départ pour une ligne ayant une capacité de 5 microfarads, une self de 13,7 henrys et une résistance de 2000 ohms. On y voit une série de maxima et de minima dont nous donnons les valeurs par rapport au courant de régime permanent, et les temps correspondants.

Temps.	Intensité.	
0,0013	1,65	maximum
0,0034	0,62	minimum
0,0053	0,90	maximum
0,0106	0,67	minimum
0,0200	1,02	maximum
0,2800	0,98	minimum

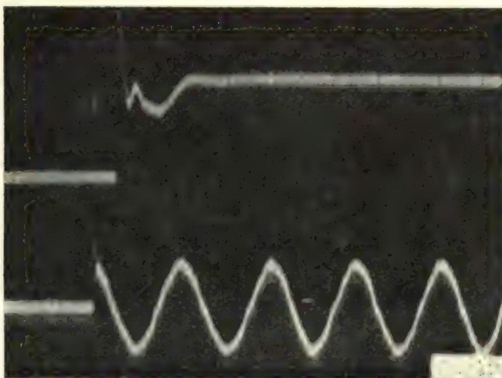


Fig. 25.

On constate qu'il y a deux périodes d'oscillation bien différentes, la première est voisine de 4 millièmes de seconde ; elle est beaucoup plus courte que la seconde qui est de 17 millièmes environ. Le première commence à être très amortie quand apparaît la deuxième et la superposition des deux donne tout d'abord un phénomène confus et peu défini.

Nous pensons que l'explication de ces apparences doit être la suivante : Le premier phénomène est dû à la charge du premier élément de la ligne formé ici par un condensateur de 1 microfarad et d'une bobine de self de 0,9. Cet ensemble forme un circuit oscillant dont la période est donnée par la formule

$$T = 2\pi\sqrt{CL} = 0{,}005 \text{ seconde}$$

nombre voisin du chiffre 0,004 trouvé plus haut par expérience.

La ligne entière a pour période de vibration la valeur $2\,\theta$ soit ici 16,6 millièmes de seconde. Il semble donc que le deuxième phénomène d'oscillation provient de la ligne entière.

A l'autre extrémité de la ligne, le courant (fig. 26) arrive au bout de 4 millièmes de seconde environ, soit la moitié du temps théorique θ qui est ici de 8,3. Il présente un maximum au temps $\theta + \frac{\theta}{2}$, un minimum un temps θ après, puis prend sa valeur de régime.

En résumé la ligne artificielle que nous avons constituée ne peut pas être assimilée à une ligne réelle. Nous constatons en effet qu'au départ la self et la capacité ne sont pas suffisamment réparties. Les premiers éléments forment des circuits oscillants qui compliquent le phénomène de la propagation. Le courant apparaît à l'extrémité au bout d'un temps trop court, probablement pour la même raison. Il faudrait donc, pour représenter plus exactement une ligne réelle, que le nombre des éléments constituants soit sensiblement augmenté, et surtout au début de la ligne.

Néanmoins, il semble que les courbes recueillies puissent fournir quelques indications utiles. Le

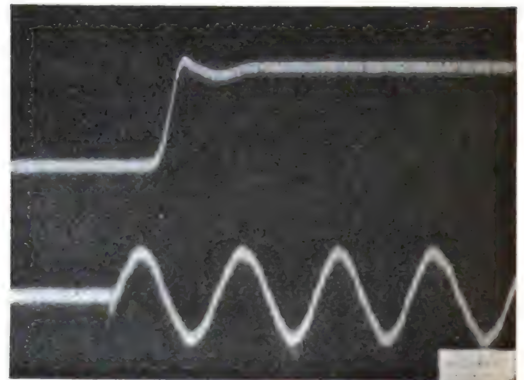


Fig. 26.

phénomène de charge des premiers éléments s'amortit assez vite. La ligne intervient alors seule. On constate que sa période d'oscillation est bien égale à $2\,\theta$, soit au départ, soit à l'arrivée, mais les ressauts brusques prévus par la théorie ne se manifestent pas. Les courbes présentent des minima et des maxima équidistants de θ, alors que, d'après la théorie, le maximum devrait succéder immédiatement à un minimum, et ces ressauts devraient être espacés de $2\,\theta$.

Lignes réelles. — L'étude des lignes réelles présente un genre de difficultés spéciales. Quand aucun appareil n'est en circuit vers l'extrémité qu'on étudie, les courants d'induction des fils voisins viennent troubler et compliquer les phénomènes. On pourra s'en rendre compte par l'examen des figures 27 et 28 qui représentent, la première le courant à l'arrivée et l'autre le courant au départ sur une ligne de 1000 km en fil de cuivre de 5 mm.

On remarquera tout d'abord que les courants d'induction sont moins sensibles au départ. Ceci est naturel, car la résistance de la pile vient

s'intercaler entre la ligne et la terre et amortit les courants induits.

Il est difficile de savoir si les courbes présentent des maxima et des minima. Pourtant le δ est voisin de 2, mais il convient d'ajouter que cette

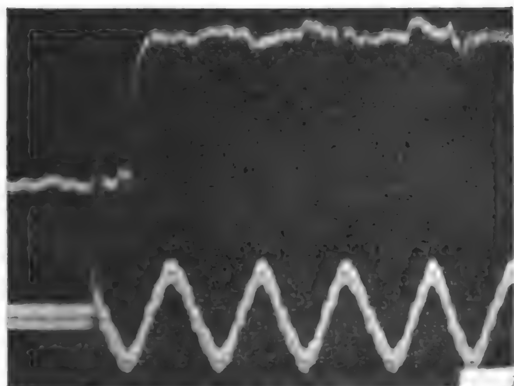


Fig. 27.

ligne n'est pas homogène. On y rencontre au départ une section souterraine de près de 10 km.

A l'arrivée, le courant parait monter très rapidement jusqu'à une valeur voisine de la moitié de celle du régime permanent. Il atteint son maximum vers le temps θ qui est ici de 0,005 seconde.

Au départ, le courant débute avec une valeur assez grande qui paraît être le triple de la valeur de régime, valeur qu'il atteint vers 2θ.

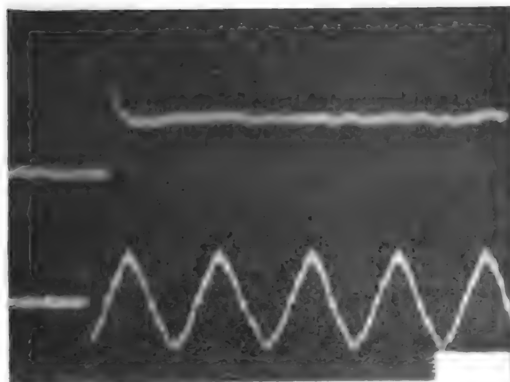


Fig. 28.

Nous avons étudié un certain nombre de lignes et nous avons constaté sur toutes des phénomènes du même genre. Tout d'abord le temps de propagation d'une extrémité à l'autre est bien égal à θ, comme l'indique la théorie. Le courant paraît prendre instantanément une valeur finie, mais il n'atteint sa valeur de régime qu'au bout du temps θ. Les ressauts y sont très peu marqués, même avec des valeurs de δ très voisines de 3. Cependant les lignes en fer offrent un maximum très net au temps θ, mais ce maximum est bien inférieur en valeur absolue à celui que lui assigne le calcul. Enfin, pour les lignes en fer, le courant à l'arrivée monte toujours lentement et n'apparaît jamais brusquement avec une valeur différente de zéro.

Conclusion. — Il est bien difficile de conclure à cause de la complication du problème. Les courants d'induction rendent l'examen des courbes difficile et peu sûr; les lignes souterraines introduisent un élément perturbateur dont il est malaisé de tenir compte. Il faudrait, ce que nous nous réservons de faire ultérieurement, n'opérer que sur des lignes homogènes et se mettre à l'abri des courants induits par les conducteurs voisins. Cependant deux faits importants semblent pouvoir être dégagés dès maintenant. Le courant se propage sur la ligne avec une vitesse

$$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$$

les éléments γ et λ ayant les valeurs que nous avons déterminées expérimentalement dans le chapitre précédent. Ce fait, étant d'accord avec la théorie, est pour nous une confirmation que les chiffres que nous avons indiqués et particulièrement ceux que nous avons adoptés pour la self-induction des lignes en cuivre et en fer sont acceptables. Il explique pourquoi la vitesse de propagation est moindre sur les lignes en fer que sur les lignes en cuivre.

Nous pouvons admettre aussi que le courant n'apparaît pas à l'extrémité d'une ligne avec la valeur que lui assigne la théorie. Au lieu de se manifester avec une valeur qui, dans les circonstances favorables où nous nous sommes placés, devrait être supérieure à celle du régime permanent, il s'élève progressivement et n'atteint son maximum, s'il y en a un, ou sa valeur de régime, s'il n'y a pas de maximum, qu'au bout d'un temps θ, qui est justement égal à celui de la propagation du front de l'onde d'une extrémité à l'autre de la ligne.

Nous croyons devoir rappeler que Vaschy lui-même avait été surpris des discontinuités qu'annonçait la théorie, au moment des ressauts du courant, et qu'il avait fait remarquer qu'il y avait là une anomalie, car tout le calcul reposait sur des intégrations qui supposaient que les phénomènes étaient continus. Peut-être est-il légitime de chercher dans cette remarque les divergences de la théorie et de l'expérience. Quoi qu'il en soit, il nous paraît prudent pour conclure à cet égard d'attendre qu'un nombre plus considérable de faits expérimentaux soit venu modifier ou confirmer les premiers résultats que nous avons obtenus.

(*A suivre.*) DEVAUX-CHARBONNEL.



LA LAMPE OSRAM

La société allemande d'éclairage au gaz par incandescence de Berlin publie les données

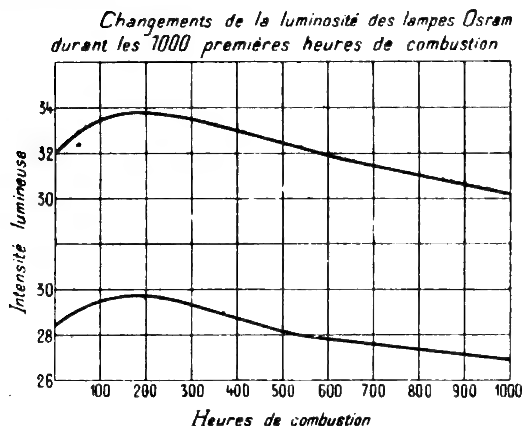


Fig. 1.

suivantes à propos d'une nouvelle lampe électrique, dite Osram, qu'elle ne construit provisoirement que pour montage en dérivation :

L'intensité lumineuse est de 32-50 bougies Hefner, les tensions employées de 100-130 volts et la consommation d'environ 1 watt par bougie. D'après l'expérience jusqu'ici acquise, la lampe Osram, soumise à des tensions convenables, peut fonctionner normalement durant un millier d'heures. La diminution de l'éclairement, au cours de la combustion, est absolument minime. Les essais effectués sur des lampes Osram de 32 bougies, par le bureau impérial physico-technique de Charlottenburg, ont révélé une diminution d'intensité lumineuse de 3 0/0 en chiffres ronds après 1000 heures de

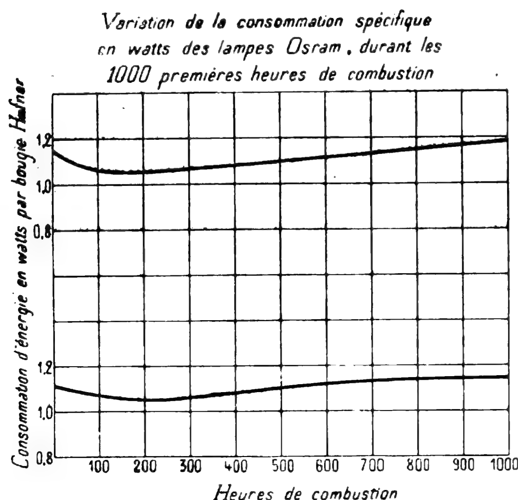


Fig. 2.

combustion; quant aux lampes Osram d'une puissance lumineuse plus grande, elles ont pour la plupart présenté une perte encore moindre (voir la fig. 1). La consommation de courant ne s'accroît pas durant la combustion. La consommation moyenne en watts, pendant toute la durée de fonctionnement, ne se trouve soumise à aucune variation, d'après les recherches jusqu'ici effectuées (voir la fig. 2). La lampe Osram a une durée identique, qu'on l'alimente avec du courant continu ou avec du courant alternatif; dans les deux cas, son emploi comporte la même économie (fig. 3).

Les essais de durée effectués par le bureau de Charlottenburg ont été faits avec du courant

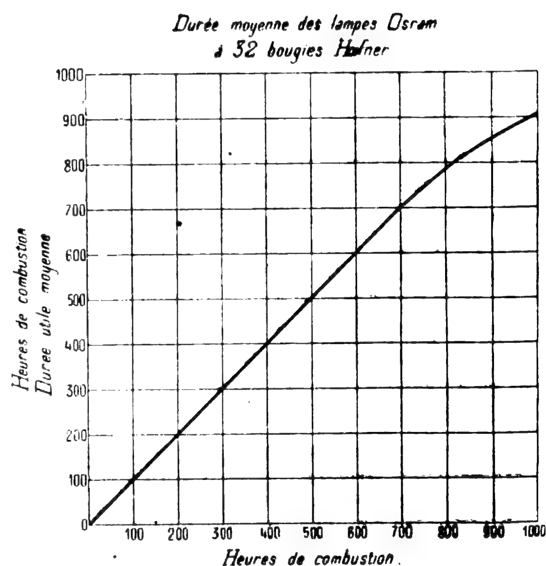


Fig. 3.

alternatif, et alors les lampes examinées ont été soumises à toutes les variations de potentiel qui se produisent dans la station centrale municipale et qui s'élèvent à environ 2-3 0/0. Là où les variations sont assez fortes, il faut choisir convenablement la tension de la lampe et adapter cette dernière aux surtensions moyennes les plus élevées qui se manifestent sur le réseau. Les variations d'intensité lumineuse, dans ce cas, ne se produisent que dans une mesure très minime et sont à peine perceptibles. La lampe Osram fonctionne suspendue perpendiculairement d'une façon très régulière; en la plaçant obliquement, il peut se produire un contact des filaments.

La lampe Osram, pour 32 et 50 bougies, présente les dimensions suivantes : hauteur totale, 160 mm; diamètre, 65 mm; celle avec douille

à baïonnette est généralement de 5 mm plus courte que celle à monture Edison.

Pour le montage en série, il faut employer des lampes Osram spécialement construites à cet effet.

L'emploi de la lampe en question donne une économie sensible sur celui de la lampe à filament de carbone, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en consultant le tableau ci-après. On a dressé ce tableau en supposant : que le courant revient à 62,5 centimes le kilowatt; que le prix de la lampe Osram est de 5 fr et celui de la lampe à filament de carbone de 62,5 centimes; que la consommation moyenne d'énergie est de 1 watt pour la lampe Osram et de 3,5 watts pour la lampe ordinaire; enfin que la durée moyenne de cette dernière est de 500 heures et celle de la lampe Osram de 1000 heures.

Intensité lumineuse en bougies.	Prix du courant pour 1000 heures de fonctionnement.	Frais de remplacement des lampes par 1000 heures de fonctionnement.	Total des frais par 1000 heures de fonctionnement.
	a) **Lampes à filament de carbone.**		
16	35 fr.	1 fr. 25	36 fr. 25
25	54 fr. 68	1 fr. 25	55 fr. 93
32	70 fr.	1 fr. 25	71 fr. 25
50	109 fr. 37	1 fr. 25	110 fr. 62
	b) **Lampes Osram.**		
32	20 fr.	5 fr.	25 fr.
50	31 fr. 25	5 fr.	36 fr. 25

Le précédent tableau permet les déductions suivantes : Une lampe Osram de 32 bougies réalise en 1000 heures, par rapport à une lampe ordinaire, une économie de 11,25 fr. en donnant 100 0/0 de lumière en plus; par rapport à une lampe de 32 bougies, une économie de 46,25 fr en donnant la même quantité de lumière. Une lampe Osram de 50 bougies réalise en 1000 heures, par rapport à une lampe ordinaire de 16 bougies, une économie de 0,00 fr en donnant 200 0/0 de lumière en plus; par rapport à une lampe de 25 bougies, une économie de 19,68 fr en donnant 100 0/0 de lumière en plus; par rapport à une lampe de 32 bougies, une économie de 35 fr, en donnant 64 0/0 de lumière en plus; enfin, par rapport à une lampe de 50 bougies, une économie de 74,75 fr, en donnant la même quantité de lumière.

De même, par rapport aux lampes Tantale et Nernst, la lampe Osram réalise des économies de courant de 33-45 0/0, tout en ayant une durée bien plus grande.

La lampe Osram rayonne moins de chaleur que la lampe ordinaire dans la mesure de 70 0/0.

G.

ALIMENTATION EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
DES RÉSEAUX DE TRAMWAYS (1)

Le système utilisé presque exclusivement pour l'alimentation des réseaux des tramways est celui par secteurs; ce système est en effet adopté par 86 exploitations sur les 92 qui ont répondu au questionnaire envoyé aux membres de l'Association.

En général, les secteurs d'alimentation restent, en service, isolés les uns des autres : nous trouvons en effet ce procédé adopté par 77 exploitations, tandis que 9 seulement ont préféré les secteurs non isolés.

L'énergie électrique de la station centrale est transmise aux différents points d'alimentation, convenablement choisis, au moyen de câbles d'alimentation, presque toujours en souterrain. Ceux-ci sont protégés contre les surcharges par des fusibles et des interrupteurs automatiques installés à la centrale; ils sont de plus reliés au réseau de travail par des coupe-circuits.

Dans quelques grandes installations, comme à Berlin, l'énergie électrique est transmise aux différents points d'alimentation par deux feeders : à chacun de ces points d'alimentation, un inter-

(1) Communication faite au Congrès de Milan de l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local (17-21 sept. 1906).

rupteur permet l'envoi du courant de chacun des câbles dans l'une ou l'autre direction.

Dans le système par secteurs isolés, les secteurs d'alimentation sont généralement séparés des secteurs d'alimentation voisins au moyen d'isolateurs spéciaux, qui peuvent être pontés par des interrupteurs normalement ouverts; ces interrupteurs peuvent cependant, le cas échéant, par leur fermeture, réunir un secteur quelconque au secteur voisin.

Le fil de travail, dans chaque section, est dans ce cas presque toujours lui-même sectionné, au moyen d'isolateurs, en sections dont la longueur varie entre 400 et 600 m; celles-ci sont pontées entre elles au moyen d'interrupteurs restant normalement fermés et pouvant être ouverts en cas de besoin.

La caractéristique du système à secteurs isolés ou du réseau ouvert est la sécurité du service, laquelle sera d'autant plus grande que seront plus nombreux les secteurs indépendants, c'est-à-dire alimentés chacun par un feeder spécial; c'est pour cette raison que le système a été préféré par la majeure partie des sociétés qui l'utilisent.

Nous nous permettrons d'ajouter qu'il était bien naturel qu'il en fût ainsi, puisque les dommages causés par un arrêt général dans un service de tramways présentent une importance capitale; que, d'ailleurs, lorsqu'on a introduit dans les grandes villes la traction électrique, les autorités tout comme les exploitants se sont spécialement préoccupés d'assurer, dans les limites du possible, la régularité du service. Nous trouvons ainsi que toutes les réponses concordent sur le choix de ce système qui présente l'avantage, en cas d'avarie, de limiter à une seule zone les perturbations éventuelles survenant dans d'autres secteurs, permettant ainsi de les localiser et d'y parer rapidement.

Les perturbations produites dans une zone par des perturbations survenues soit au fil de trolley, soit aux feeders, laissent indemnes les autres zones, où le service peut donc continuer.

Au surplus, le déclenchement d'un interrupteur automatique dans la station centrale indique sans retard toute perturbation qui viendrait à se produire dans un secteur quelconque, et les mesures nécessaires peuvent immédiatement être prises pour la localisation du défaut.

Si cette perturbation a lieu dans le câble d'alimentation, celui-ci peut être détaché de son secteur, au moyen de l'interrupteur qui établissait la connexion avec le dit secteur et celui-ci peut ensuite être relié aux secteurs adjacents par la simple manœuvre des interrupteurs de section qui normalement la séparent des secteurs voisins; le service est donc rétabli sans retard.

Si la perturbation se présente au fil de trolley, elle est rapidement trouvée et peut être localisée entre deux interrupteurs distants de 400 à 600 m, de manière à rétablir immédiatement le service sur les autres parties du secteur; au besoin, un service de navette jusqu'aux limites du tronçon endommagé, permettra de travailler à la réparation de ce dernier, le courant y ayant été préalablement interrompu.

Un autre avantage présenté par ce système est celui d'éviter les surchages imprévues aux machines génératrices; mais, à ce point de vue, il peut être objecté l'impossibilité dans laquelle on se trouve d'obtenir une répartition plus uniforme des charges, c'est-à-dire d'obtenir qu'un secteur momentanément surchargé puisse être assisté par le secteur voisin. Cette nécessité se présente quelquefois, notamment dans les secteurs comprenant des lignes qui, en certaines saisons ou à certains jours, comportent un trafic intense. Il peut être remédié à cet inconvénient en couplant, dans ces cas exceptionnels, ce secteur avec le secteur voisin, mais on renonce ainsi en partie à l'avantage du sectionnement.

Chaque zone isolée se présente, au point de vue de la distribution de l'énergie, comme un système ouvert de conducteurs rayonnant autour du centre d'alimentation. Pour établir les limites du secteur sur ses différents rayons, on cherche à rendre aussi uniformes que possible les chutes de tension en prenant en considération le trafic que l'on aura à assurer sur les différentes lignes aux différents moments de l'horaire et dans les différentes parties du réseau, du profil des lignes, etc. On calcule ensuite le feeder en tenant compte, d'une part, de ce que la perte maximum de tension ne doit pas dépasser une valeur déterminée et, d'autre part, en prenant en considération les prescriptions relatives à l'échauffement.

Dans ces conditions, qui sont celles que l'on rencontre généralement en pratique, l'utilisation du cuivre n'est pas, pendant toute la durée du service, la plus rationnelle et, à poids égal de cuivre, les variations de tension dans le réseau ouvert deviennent de beaucoup plus importantes que celles que l'on obtiendrait si le réseau était fermé. C'est ce que font ressortir les exploitations qui ont répondu complètement à la question relative à l'utilisation rationnelle du cuivre. Il résulte de ces réponses que, dans certaines exploitations, le sectionnement a été déterminé de façon à donner aux points d'alimentation une charge aussi uniforme que possible; dans d'autres, de façon à avoir la meilleure utilisation du cuivre compatible avec la chute de tension admise; d'autres exploitations disent avoir autant que possible tenu compte de ces deux considérations; une autre enfin estime que l'utilisation rationnelle du cuivre ne présente qu'une importance relative et que, pour calculer le sectionnement, il n'est nécessaire que de s'inspirer des besoins du service.

Il y a lieu de faire remarquer ici qu'après l'installation d'un réseau de tramway, le trafic se

développe souvent d'une façon différente à celle prévue; dans ce cas, les conditions du service ne sont plus celles qui avaient servi de base au projet et les pertes de tension augmentent dans les circuits ouverts constituant les secteurs. Il n'est pas toujours possible de remédier à cet état de choses en déplaçant les limites des secteurs, car, si l'on améliore les conditions de plusieurs d'entre eux, on aggrave celles des autres; on se voit alors forcé de recourir à d'autres moyens, par exemple : doubler les fils, renforcer et augmenter les feeders : moyens d'ailleurs souvent insuffisants et onéreux.

L'indication des pertes maxima des tensions admises dans le réseau par les différentes exploitations, ne donne pas un guide suffisant pour en permettre une étude même succincte; les renseignements sont d'ailleurs tellement hétérogènes que nous croyons devoir attribuer les écarts indiqués aux conditions locales dans lesquelles se trouvent les réseaux, plutôt qu'aux éléments qui, à l'origine, ont dû servir de base pour le calcul de la section du cuivre mis en œuvre. Ainsi, si d'un côté, quelques exploitations accusent une chute maximum de 50 volts, correspondant à 7 ou 10 0/0 de la tension normale, d'autres arrivent à des pertes beaucoup plus fortes allant jusque 30 0/0; plusieurs comportent en effet des chutes de 200 volts, voire même de 220 volts.

On n'obtient pas plus de certitude sur les renseignements relatifs à la densité moyenne, puisque l'on ne connaît pas les bases sur lesquelles ces données ont été établies.

A ce point de vue, il n'est donc pas possible, par les renseignements reçus, de bien préciser et de comparer la perte d'énergie obtenue en pratique par les différents systèmes auxquels appartiennent les installations considérées. Aussi devons-nous nous borner à constater qu'en fait, le système de secteurs isolés est défectueux au point de vue de l'utilisation rationnelle du cuivre et de la répartition uniforme des tensions, principe sur lequel sont d'ailleurs d'accord toutes les sociétés qui ont émis leur opinion à ce sujet.

Au point de vue de la régularité du fonctionnement, il convient de sectionner le réseau par lignes entières; dans ce cas, si un dégât survient, il immobilise une ligne ou tout au moins une partie de celle-ci et permet la circulation sur les autres. La topographie des lieux et la situation de la station centrale ou des sous-stations ne permettent cependant pas toujours un tel dispositif de sectionnement; la chose s'appliquerait surtout difficilement dans les installations plus importantes dont les voies constituent un réseau à nombreux enchevêtrements et présentant plusieurs sections nécessairement communes à plusieurs lignes.

Parmi les 77 sociétés qui ont adopté le système d'alimentation par secteurs isolés, 17 seulement ont réussi à faire coïncider les secteurs avec les lignes; d'autres se bornent d'atteindre autant que possible ce résultat.

La difficulté de faire coïncider les secteurs d'alimentation avec les lignes, rend de beaucoup plus difficile dans la pratique la localisation des perturbations et des suspensions du service; en effet, plus les lignes dépendent les unes des autres, plus graves deviennent les défauts se présentant sur les tronçons communs; c'est là une observation très juste présentée par la Compagnie des tramways de Christiania : le service reste, en effet, également interrompu sur les lignes venant aboutir au tronçon commun troublé, à moins d'y organiser un service de navette, ce qui n'est pas toujours possible.

A la reprise du service, peut alors se présenter un autre inconvénient : les voitures qui circulent sur le réseau viennent s'accumuler aux limites de la zone ou de la section interrompue, quelquefois en nombre considérable; et, lorsque la ligne est remise en état, il est difficile d'éviter un démarrage simultané des voitures, ce qui produit une surcharge relativement exagérée du feeder intéressé.

Ces deux défauts du système : d'un côté transport et distribution peu rationnelle avec, comme conséquences, dépense exagérée d'énergie, de l'autre, répartition inégale dans les charges des divers feeders, d'où fréquence des surcharges exagérées momentanées, sont au contraire évités par le système du réseau unique adopté, comme on l'a vu, dans très peu de cas. L'avantage principal de ce système est le transport plus rationnel de l'énergie, ce qui permet une meilleure utilisation du cuivre; dans le cas où des voitures circulent en grand nombre, sur une partie du réseau, les sections voisines de celles où se manifeste ce trafic exceptionnel, contribuent à la fourniture de l'énergie, en faisant concourir à l'alimentation leurs feeders respectifs. Le service se fait avec régularité, sans danger de surcharge pour aucun câble. Dans le cas d'avarie, par contre, de court-circuit par exemple, soit dans un des feeders, soit dans le réseau aérien, la perturbation se généralise facilement : les interrupteurs automatiques qui se trouvent à la centrale déclenchent, dès que le dégât présente quelque importance, l'un après l'autre, et si les feeders qui fournissent le courant aux zones éloignées du court-circuit continuent à fonctionner, il en résulte bientôt une surcharge excessive du fil de trolley, qui est alors parcouru par le courant des feeders, et, pendant le court-circuit, ce fil peut atteindre une température susceptible de nuire à ses propriétés mécaniques. Le service, dans ces cas, s'arrête nécessairement sur tous les réseaux; la localisation et la réparation du dégât peuvent être de très longue durée et exiger beaucoup de travail, prolongeant ainsi l'inactivité du service.

Enfin, lorsqu'un réseau n'est pas sectionné, il

est toujours possible de voir un défaut sur un câble d'alimentation se reproduire sur les autres; cet accident a été signalé notamment à Christiania.

Une surveillance minutieuse et continue est absolument nécessaire afin de réduire au minimum les arrêts du service qui, vu leur caractère général, occasionneraient à l'exploitation un préjudice considérable.

Très peu de réponses nous sont parvenues relativement aux dispositifs que l'on peut adopter dans ces cas afin de trouver et de localiser les défauts. Abstraction faite du moyen élémentaire qui consiste à faire enlever un fil de trolley rompu par les agents des voitures les plus proches, les réponses au questionnaire énoncent des remarques spéciales concernant des moyens préventifs dans les cas de dérangements, où on est obligé de suspendre le service; de plus, les interrupteurs de ligne (ordinairement fermés), dont les installations sont généralement pourvues, permettent de localiser les perturbations.

Il est hors de doute que ce système d'alimentation ne présente aucune garantie de sécurité capable de le faire adopter pour les installations importantes de tramways électriques.

Le système à secteurs non isolés en service normal, mais reliés au moyen des dispositifs automatiques et fusibles, est, parmi les deux systèmes typiques à secteurs isolés et sans sectionnement, celui qui semble, tout au moins en théorie, le plus rationnel.

Parmi les réponses au questionnaire, nous en trouvons quelques-unes fort intéressantes nous indiquant que, dans certaines grandes installations, on inclinerait à adopter ce système, le réseau de travail étant normalement alimenté, d'une façon rationnelle et économique, par secteurs fermés, tandis qu'en cas d'avarie les interrupteurs automatiques interviennent pour localiser le dérangement sur une partie réduite du réseau où il peut facilement être porté remède.

Les Tramways municipaux d'Amsterdam font remarquer que les conséquences des manipulations imprudentes des conducteurs et la surcharge des lignes causée par des accidents ou par une chute abondante de neige ont été tellement désagréables, qu'il a fallu choisir le système où l'alimentation est obtenue par des câbles parallèles, acceptant ainsi le défaut de ce système, défaut que les ingénieurs de l'exploitation espèrent pouvoir éliminer par l'emploi de fusibles.

La Compagnie française des Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux, qui possède un réseau très important divisé en zones indépendantes, se propose d'adjoindre aux interrupteurs à main qui ne permettent, aujourd'hui, la réunion des zones qu'en cas de besoin seulement, des disjoncteurs automatiques qui permettront de relier les zones pendant le service, d'une façon normale.

Les Tramways de Christiania estiment qu'il n'est pas impossible d'éviter les inconvénients présentés par la méthode de pontage des sections par l'emploi de disjoncteurs automatiques.

Les Tramways de Crefeld relient, au moyen d'interrupteurs automatiques, les cinq zones d'alimentation de leur réseau. Dans chacune des zones, les lignes aériennes sont subdivisées à leur tour par des interrupteurs de section, distants les uns des autres d'environ 200 m. En cas de perturbation, la zone influencée s'isole d'elle-même et le défaut peut alors être localisé rapidement par les moyens ordinaires.

Le Tramway électrique de Grosslichterfelde a réuni les trois zones de son réseau au moyen de disjoncteurs automatiques, grâce auxquels les défauts peuvent être facilement trouvés et localisés. Leur système d'alimentation permet de répartir plus uniformément les pertes de tension et les variations de courant.

La Compagnie du Tramway de Hambourg à Altona donne la préférence à la réunion des différentes zones d'alimentation entre elles, au moyen d'interrupteurs automatiques avec fusibles, afin d'éviter les surcharges aux différents points d'alimentation.

La Société anonyme des Tramways liégeois divise son réseau en trois parties distinctes alimentées chacune par une usine différente. Chacune de ces trois parties est à son tour divisée en zones qui jusqu'aujourd'hui restent isolées les unes des autres, mais qu'on a l'intention de réunir au moyen d'automatiques pour faciliter la localisation des défauts d'isolement et éviter ainsi une interruption sur tout le réseau dans le cas d'un accident à la ligne aérienne en un point déterminé.

La Société anonyme d'Entreprise générale de travaux, à Liège, applique le système du sectionnement sur tous les réseaux qu'elle a équipés; elle motive son choix par la nécessité de n'arrêter que peu de lignes, lors d'un accident local. Elle préconise, surtout pour les réseaux à fort trafic, l'alimentation sans aucun sectionnement, la connexion entre une section et l'autre pouvant être faite à l'aide d'un interrupteur automatique. La section défectueuse s'isole ainsi d'elle-même et les interrupteurs automatiques de sectionnement, dont le fonctionnement est plus sûr que celui des fusibles, peuvent même déclencher par suite de l'excès de charge sur une section, sans cependant interrompre le service; la section reste simplement isolée, jusqu'au moment où un contrôleur s'aperçoit du déclenchement et rétablit à bon escient la normalité des choses. Ce système permet d'utiliser complètement, en temps normal, la section de cuivre employée pour le réseau d'alimentation et écarte, au moment voulu, les inconvénients des réseaux non sectionnés.

Nous avons rapporté presque intégralement les avis donnés par les entreprises qui ont adopté ou

qui se proposent d'adopter le système d'alimentation par secteurs réunis au moyen de déclencheurs automatiques, parce qu'il nous a semblé y trouver l'indice d'une nouvelle tendance.

Comme nous l'avons d'ailleurs déjà fait remarquer, il est naturel que l'on ait commencé par adopter le système qui présente la plus grande sécurité dans le service en laissant en seconde ligne les autres facteurs. Par suite du développement du trafic et de l'augmentation des voitures en service, la perte de tension entre le point d'alimentation et les limites de section qui, au début, n'était qu'un léger défaut économique, s'est depuis accentuée du chef de l'augmentation de l'intensité du courant, et, dans certains réseaux même, il a été reconnu nécessaire de recourir à des dispositions spéciales pour y remédier; la plus simple et la moins coûteuse de ces dispositions est celle qui consiste à augmenter le nombre des fils d'alimentation. Il est donc naturel d'imiter, dans la mesure du possible, le système sanctionné par sa longue pratique dans les réseaux d'éclairage, et de transformer les installations de tramways en réseaux à zones limitées, dans lesquelles viennent s'uniformiser les charges entre les différents feeders et se réduire les pertes de tension; on réalise de la sorte une économie de fonctionnement.

Ces objections ne doivent nullement porter atteinte à la sécurité du service; le système employé doit plutôt viser à l'assurer davantage en évitant les perturbations ordinaires par l'emploi d'interrupteurs automatiques, localisant automatiquement la recherche des défauts à une section restreinte.

Il nous semble donc que toute la question se réduit à l'étude ou plutôt à l'expérimentation des nombreux interrupteurs automatiques, à la recherche des modèles qui, dans une grande installation et dans les conditions pratiques du travail, répondront bien et sûrement à ce que l'on exige d'eux.

Si le résultat est favorable, on aura la certitude de pouvoir utiliser le système d'une façon efficace. Les interrupteurs automatiques pourront alors être insérés non seulement entre les secteurs, afin de fermer électriquement les sections du réseau, mais aussi entre les différents tronçons des fils de trolley, afin qu'en cas de dégâts, les défauts se restreignent automatiquement à une section peu étendue.

La valeur des interrupteurs automatiques est naturellement déterminée par leur rapidité d'action; il faut qu'ils fonctionnent avant que les fils de travail soient parcourus par un courant dont l'intensité puisse endommager ces conducteurs: le rôle protecteur dépend donc de la section du trolley.

En ce qui concerne les avantages et inconvénients des deux systèmes d'alimentation dans les cas particuliers de deux réseaux de tramways alimentés par une même usine génératrice, les réponses peu nombreuses reçues penchent toutes pour le système de sectionnement afin de pouvoir déterminer la consommation de l'énergie au moyen de compteurs. Il est bien entendu que l'on présume dans ce cas qu'aucune zone ne comprend de lignes et de tronçons communs à deux services; la consommation d'énergie, du moins pour les zones communes, devrait alors être déduite du nombre des voitures-kilomètres parcourus séparément sur les deux réseaux.

L'étude des réponses au questionnaire nous conduit à conclure comme suit :

Le système d'alimentation par zones isolées qui offre plus de garanties de sécurité dans le service, présente surtout les avantages suivants :

a) il permet la localisation facile au point défectueux, en cas de dérangement;

b) il se prête à l'alimentation d'un secteur hors courant, par les secteurs adjacents;

c) il empêche les défauts, qui se manifesteraient dans un secteur, d'influencer les secteurs voisins dans lesquels, sauf quelques restrictions, le service peut continuer.

Le système du non-sectionnement présente les avantages suivants :

a) Il répartit plus uniformément la charge et assure par conséquent une meilleure utilisation du cuivre, avantage qui se traduit par une moindre perte d'énergie;

b) Il évite les surcharges momentanées dans les câbles d'alimentation.

Ces avantages ne compensent pas les graves inconvénients de la méthode et la condition de sécurité, présentée par le système des zones isolées, doit faire donner la préférence à ce dernier.

Il serait hautement désirable que des expériences prolongées fussent faites afin de se rendre compte si, en pratique, l'emploi d'interrupteurs automatiques, éventuellement avec fusibles, dans un but de réunion des zones et des sections, ne donnerait pas les avantages des deux systèmes, sans en présenter les inconvénients relatifs, afin que l'on puisse dans la suite porter un jugement plus décisif sur le système d'alimentation de zones indépendantes réunies en service par des déclencheurs automatiques.

PIAZZOLI,
Directeur de la Société sicilienne d'entreprises électriques.

Palerme, juillet 1906.

L'USINE HYDRAULICO-ÉLECTRIQUE
DE MANITOU (ÉTATS-UNIS)

Dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, M. Br. Böhm-Raffay publie une description étendue de l'usine hydraulico-électrique de Manitou ou de Pike Peaks, située à proximité de la ville de Colorado Springs (États-Unis). Nous reproduisons ci-après, dans ses parties essentielles, cette description :

L'usine en question, dit M. Böhm-Raffay, est la plus remarquable du monde entier à un double point de vue : d'abord parce qu'elle utilise une hauteur de chute extraordinairement grande : 735 m ; ensuite parce qu'elle emploie l'eau même qui sert à l'alimentation de la ville de Colorado Springs. L'alimentation hydraulique de cette localité est assurée par de grands bassins collecteurs aménagés sur les hauteurs de Pike Peaks, qui recueillent les eaux provenant de la fonte des neiges. De ces bassins, partait autrefois un aqueduc couvert de 35 cm de diamètre qui venait déboucher dans un réservoir, situé tout à proximité de Colorado Springs ; à partir de ce réservoir, la canalisation de distribution se rendait dans la ville. La puissance hydraulique résultant de l'énorme différence de niveau entre les bassins collecteurs et le réservoir de distribution se trouvait complètement annulée par le frottement du liquide dans les tuyaux conducteurs.

La compagnie électrique du Pikes Peak a donc dû établir une nouvelle canalisation, en adoptant des précautions toutes spéciales, afin de réduire à un minimum les pertes résultant du frottement ; elle a ainsi réussi à utiliser 670 m sur les 735 m effectifs de la hauteur de chute. A cet effet, elle a fait partir du bassin collecteur une conduite tubulaire légère qui se rend, par une pente aussi faible que possible, à un point convenable de la déclivité, puis elle a relié ce point de la déclivité à l'usine par un aqueduc à haute pression. L'aqueduc à haute pression a un développement de 1450 m ; le diamètre des tuyaux qui le composent est de 51 et 53 cm. Ces tuyaux mesurent 9,5 m de longueur d'un raccord à l'autre. Les raccords sont formés par des tubes spéciaux, de 1,5 m de longueur, que rattache ensemble une double série de rivets. Ces derniers tubes ont été construits, pour la partie inférieure de la canalisation, avec des tôles d'acier de 18 mm d'épaisseur ; dans la partie supérieure de cette canalisation, l'épaisseur des parois des mêmes tubes diminue progressivement. On a effectué la double rivure au moyen d'une presse hydraulique sous une pression de 100 tonnes, en faisant passer les pièces à river sur un cylindre en acier au nickel de 46 cm de diamètre que l'on avait soin de refroidir dans un bain d'huile. On avait naturellement dû installer ce cylindre sur une base en maçonnerie extraordinairement solide. Chaque pièce de la tubulure a été essayée, au point de vue de sa solidité et de son étanchéité, sous une pression double de celle de régime. Les tubes en question ont été construits par la compagnie « Holthoff Machine » de Milwaukee. La pose de cette importante canalisation peut compter comme l'un des travaux les plus remarquables et les plus difficiles qui aient jamais été réalisés, d'une part en raison de sa longueur et, d'autre part, eu égard à la déclivité accentuée qu'il s'agissait de franchir. Afin d'éviter les inconvénients qu'auraient occasionnés les variations de température, on a logé la canalisation en question, sur toute sa longueur, dans une tranchée taillée à même le roc, puis on a rempli complètement cette tranchée avec du béton.

Un travail aussi gigantesque a naturellement exigé un outillage spécial : on a dû notamment installer un chemin de fer funiculaire électrique le long de la tranchée pratiquée dans le roc, afin de hisser les tuyaux.

A son arrivée à l'usine, l'aqueduc de haute pression débouche dans un tuyau de distribution de 22 m de longueur qui se rétrécit à son extrémité. Ce tuyau n'a que quatre branchements qui s'éloignent en formant avec lui un angle de 45° et par lesquels l'eau est amenée sur des roues Pelton. A l'extrémité du tuyau de distribution se trouvent quatre soupapes de décharge, de 5 cm de diamètre, pour des pressions de 550, 600, 650 et 700 kg.

L'emplacement de l'usine a dû être pris sur le rocher au moyen d'un arasement, en l'absence d'un terrain plat convenable. La salle des machines mesure, à l'intérieur de l'enceinte en maçonnerie, 26 m de longueur et 10 m de largeur. Une particularité de l'aménagement des groupes de machines consiste en ce que les arbres de ces dernières ne sont pas disposés parallèlement aux murs d'enceinte, mais que, en correspondance avec les tubes d'amenée d'eau sus-mentionnés, ils se trouvent inclinés sous un angle de 45° dans le sens horizontal. Cette disposition est destinée à enlever à l'eau en excédent sa force vive. En cas d'une variation de charge venant affecter les turbines, l'eau en excédent se trouve projetée hors de la canalisation à une vitesse de 114 m à la seconde. Il est évident qu'aucune construction en maçonnerie ou en fer ne serait assez solide pour résister à l'action d'un jet d'eau aussi violent, c'est pourquoi, au dessous de la salle des machines et dans le sens des tuyaux d'écoulement, on a aménagé un réservoir de 26 m de longueur et à plan incliné. Le jet d'eau, lancé sous un angle de 10° frappe à une distance de 13 m la surface de la nappe liquide de ce réservoir et court sur les 13 m restants de ladite nappe avant d'atteindre, déjà grandement affaibli, le rateau formé par un treillis

en fer. En sortant de ce dernier réservoir, l'eau pénètre dans un deuxième bassin, puis dans l'ouvrage hydraulique municipal de Colorado Springs. Il faut noter ici que la canalisation municipale primitive existe encore et que, par suite, Colorado Springs dispose de deux conduites hydrauliques pour son alimentation.

La salle des machines de l'usine centrale de Manitou a été construite pour quatre groupes électrogènes, dont trois sont actuellement installés. Les génératrices construites par la Compagnie « General Electric » et accouplées directement aux roues Pelton, peuvent donner, sans interruption dans leur débit, un courant triphasé de 750 kw sous 6600 volts et à 60 périodes. A pleine charge, elles fonctionnent 24 heures durant sans que la température d'un organe quelconque dépasse de plus de 35° celle de l'ambiance; elles conservent la même température avec une surcharge de 25 0/0 appliquée durant 10 heures et avec une surcharge de 50 0/0 appliquée pendant 2 heures. Leur rendement est de 94,5 0/0 à pleine charge, de 93,5 0/0 avec les trois quarts de la pleine charge et de 91 0/0 à demi-charge. La chute de tension, entre la marche à vide et la pleine charge non inductive et sans changement de l'excitation du champ, s'élève à 5 0/0; avec un facteur de puissance de 80 0/0, elle est de 20 0/0. On rencontre encore deux machines excitatrices donnant 45 kw sous 125 volts, qui sont actionnées par des roues hydrauliques Doble faisant 975 tours à la minute. Les conduites tubulaires alimentant ces dernières roues sont si petites qu'on serait tenté de les prendre pour des jouets. Les trois grandes turbines accouplées aux génératrices actuelles font 450 tours par minute et leur rendement est de 60, 62 et 65 0/0, soit en moyenne 65 0/0. Ce faible rendement est attribuable aux pertes par frottement qu'occasionne la violence avec laquelle le jet d'eau pénètre dans la turbine. On peut se demander s'il n'aurait pas été plus avantageux de n'utiliser que la moitié de la hauteur de chute.

De l'usine centrale, deux lignes à courant triphasé, chacune avec des fils de 9 mm de diamètre, se rendent dans une sous-station installée à Colorado Springs, laquelle assure la distribution. Une quantité très minime de l'énergie électrique produite sert à l'éclairage de la petite ville de Manitou; cette quantité est empruntée à une seule phase. Si cette usine a occasionné des dépenses d'installation importantes, elle fonctionne à très peu de frais; en effet, six personnes seulement suffisent pour assurer le service et exécuter toutes les réparations courantes.

G.

VILLES ET LOCALITÉS

DANS LESQUELLES EXISTE UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

ABRÉVIATIONS :

C = Courant continu.
A = Courant alternatif simple.
A D = Courants alternatifs diphasés.
A T = Courants alternatifs triphasés.
D = Système de distribution (la tension indiquée pour les canalisations à trois fils est celle qui existe entre les fils extrêmes).
F M = Force motrice.

AIN

Allement (150 hab.). — Alimenté par l'usine de Poncin.

Ambronay (1278 hab.). — Alimenté par l'usine de Poncin.

Apremont (338 hab.). — Alimenté par l'usine de la Société des forces hydrauliques du Rhône à Bellegarde.

Aranc (718 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Arbent (791 hab.) — Alimenté par l'usine du Saut Mortier (Jura)

Argis (919 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Artemare (963 hab.). — *M. Tronchon.* — C — D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Bagé-le-Châtel (710 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-de-Veyle.

Bélignat (314 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Bellegarde-sur-Valserine (3183 hab.). — *M. B. de Chanteau.* — Alimenté par l'usine de Coupy.

Société des forces hydrauliques du Rhône. — AT, 50 périodes. — D : 15 000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Apremont,
Bellegarde-sur-Valserine,
Charix,
Neyrolles,
Oyonnax,
Saint-Germain-de-Joux.

Bouis (582 hab.). (commune de Villebois). — Alimenté par la sous-station de Sault-Brénaz.

Bourg (18 887 hab.). — *M. Bonneton.* — C — D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Cerdon (1352 hab.). — Alimenté par l'usine de Poncin.

Charix (436 hab.). — Alimenté par l'usine de la Société des forces hydrauliques du Rhône à Bellegarde.

Châtillon-de-Michaille (973 hab.). — *MM. Duchler et Pascal.* — AT, 50 périodes. — 5000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Châtillon-sur-Chalaronne (2902 hab.). — Alimenté par l'usine de Vonnas.

Chézery (997 hab.). — *M. F. Grosfilley.* C—D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Chézery,
Forens.

Cluse (la). (207 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Condamine (285 hab.). — Alimenté par l'usine du Saint-Mortier (Jura).

Coupy (416 hab.). — *M. de Chanteau.* — A : 50 périodes. — D : 3 fils, 320 volts. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Bellegarde-sur-Valserine,
Coupy,
Vanchy.

Crépieux (113 hab.). — Alimenté par l'usine de Miribel.

Culoz (1567 hab.). — *M. P. Carrier.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Divonne-les-Bains (1665 hab.). — *M. G. Richard.* — C—D : 3 fils, 430 volts. — FM : Hydraulique.

Dortan (1155 hab.). — *M. Richoux.* — AT, 50 périodes. — D : 3 fils, 200 volts. — FM : Hydraulique.

Ferney-Voltaire (1269 hab.). — Alimenté par la sous-station de Gex.

Forens (352 hab.). — Alimenté par l'usine de Chézery.

Gex (2822 hab.). — *Soc. gessienne d'électricité.* Alimenté par l'usine de la Société des forces motrices de l'Orbe (Suisse). — A, 50 périodes. — D : 13 000 volts au primaire, 250 et 125 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette sous-station alimente :
Ferney-Voltaire,
Gex,
Vesancy,
Vesenex.

Izenave (282 hab.). — Alimenté par l'usine du Saint-Mortier (Jura).

Jujurieux (2652 hab.). — Alimenté par l'usine d'Oussiat.

Lagnieu (2332 hab.). — *M. Fritsch.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Lelex (488 hab.). — Alimenté par l'usine de Lajoux (Jura).

Marchon (204 hab.). — — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Marlieu (700 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Martignat (547 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Meximieux (2340 hab.). —*Société électrique de Meximieux.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz pauvre.

Mézériat (1427 hab.). — *M. P. Poncet.* — C—D : 2 fils, 110 volts — FM : Hydraulique et vapeur.

Mijoux (2730 hab.). — Alimenté par l'usine de Lajoux (Jura).

Miribel (3406 hab.) — *M. A Pérignon.* — A, 50 périodes. — D : 5200 volts au primaire et 120 volts au secondaire. — FM : Vapeur.

Cette usine alimente :
Crépieux,
Miribel,
Rillieux-la-Pape,
Sathonay.

Montmerle (1611 hab.). — Alimenté par l'usine de Belleville (Rhône).

Montréal-la-Cluse (1129 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Montrevel (1483 hab.). — *Mme Genty.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Vapeur.

Nantua (2989 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Neuville-les-Dames (1500 hab.). — Alimenté par l'usine de Vonnas.

Neuville-sur-Ain (1351 hab.). — Alimenté par l'usine de Pocin.

Neyrolles (395 hab.). — Alimenté par l'usine de la Société des forces hydrauliques du Rhône à Bellegarde et par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Oussiat (commune de Pont-d'Ain) (202 hab.). — *Les petits-fils de C.-J. Bonnet.* — AT, 50 périodes. — D : 2100 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Jujurieux,
Oussiat,
Pont-d'Ain,
Priay,
Varambon.

Oyonnax (6140 hab.). — *Compagnie lyonnaise d'électricité.* — (Usine de Charmine). — AT. 47,5 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.
Alimenté en partie par l'usine du Saut-Mortier (Jura) et par celle de la Société des forces hydrauliques du Rhône à Bellegarde.

Poncin (1675 hab.). — *M. E. Duchamp.* — A, 65 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Allement,
Ambronay,
Cerdon,
Neuville-sur-Ain,
Poncin,
Saint-Jean-le-Vieux.

Pont-d'Ain (1722 hab.). — Alimenté par l'usine d'Oussiat.

Pont-de-Vaux (2483 hab.). — *M. Durhone.* — C—D : 3 fils, 130 volts. — FM : Vapeur.

Pont-de-Veyle (1167 hab.) — *M. Dauvergne.* — A, 42 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 150 volts au secondaire. — FM : Hydraulique et vapeur.

Cette usine alimente :
Bagé-le-Châtel,
Pont-de-Veyle.

Port (194 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Priay (600 hab.). — Alimenté par l'usine d'Oussiat.

Rillieux-la-Pape (1250 hab.). — Alimenté par l'usine de Miribel.

Saint-Denis-en-Bugey (916 hab.). — *M. P. Faurion.* — C—D : 2 fils, 150 volts. — FM : Hydraulique.

Saint-Didier-sur-Chalaronne (2178 hab.). — Alimenté par l'usine de Thoissey.

Saint-Germain-de-Joux (840 hab.). — *Compagnie lyonnaise d'électricité* — Alimenté par l'usine des forces motrices du Rhône à Bellegarde.

Saint-Jean-le-Vieux (1471 hab.). — Alimenté par l'usine de Poncin.

Saint-Martin-du-Frêne (785 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut Mortier (Jura).

Saint-Rambert-en-Bugey (5028 hab.). — *Société électrique de Saint-Rambert.* — C—D : 2 fils, 500 volts (pour la force motrice) = A, 50 périodes — D : 2000 volts au primaire et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique et gaz pauvre.

Cette usine alimente :
Saint-Rambert-en-Bugey,
Serrières-de-Briord.

Saint-Sorlin (683 hab.). — Alimenté par la sous-station de Sault-Brénaz.

Sathonay (1500 hab.). — Alimenté par l'usine de Miribel.

Sault-Brénaz (790 hab.). — *Société grenobloise de force et lumière.* — Alimenté par l'usine d'Avignonnet (Isère).

Cette sous-station alimente :
Bouis,
Saint-Sorlin,
Sault-Brénaz,
Villebois.

Serrières-de-Briord (747 hab.). — Alimenté par l'usine de Saint-Rambert-en-Bugey.

Seyssel (1056 hab.). — *M. J. Rothonod.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Cette usine alimente :
Seyssel (Ain),
Seyssel (Haute-Savoie).

Tenay (3770 hab.). — *M. Rives.* — C—D : 2 fils, 125 volts. — FM : Hydraulique.
Alimenté en partie par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Thoissey (1356 hab.). — *M. L. Terrier.* — C—D : 2 fils, 250 volts — Accumulateurs — FM : Hydraulique, vapeur et gaz pauvre.

Cette usine alimente :
Saint-Didier-sur-Chalaronne,
Thoissey.

Vanchy (1329 hab.). — Alimenté par l'usine de Coupy.

Varambon (300 hab.). — Alimenté par l'usine d'Oussiat.

Vesancy (500 hab.). — Alimenté par la sous-station de Gex.

Vesenex (400 hab.). — Alimenté par la sous-station de Gex.

Veyziat (426 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Vieu-d'Izenave (654 hab.). — Alimenté par l'usine du Saut-Mortier (Jura).

Villebois (1626 hab.). — Alimenté par la sous-station de Sault-Brénaz.

Vonnas (1629 hab.). — *M. Devaux.* — AT, 50 périodes — D : 5000 volts au primaire, 125 volts au secondaire — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Chatillon-sur-Chalaronne,
Neuville-les-Dames,
Vonnas.

CHRONIQUE

L'usine hydraulico-électrique de Viterbe (Italie).

A propos de l'usine hydraulico-électrique de Viterbe, établie d'après les plans et sous la direction de M. Aldo Netti, ingénieur, l'*Elettricista* publie une étude faisant ressortir que tout l'outillage de cette importante installation est d'origine italienne et que les constructeurs italiens sont aujourd'hui en mesure de fournir des produits qui soutiennent la comparaison avec les pays ayant une industrie électrique la plus florissante. Dans cette étude, nous relevons les quelques données suivantes :

L'énergie hydraulique est empruntée au fleuve Marta, tributaire du lac de Bolsena. L'usine centrale, récemment inaugurée, a été construite pour recevoir trois groupes électrogènes à turbines. Actuellement, on en a installé deux. Chaque turbine a une puissance normale de 500 ch et fait 500 tours. Ces turbines, du type Francis à spirale, sont pourvues d'excellents régulateurs à servo-moteur hydraulique; elles utilisent une chute effective de 55 m; elles sortent des ateliers de la maison Riva Monneret, de Milan.

L'outillage électrique a été fourni en entier par la maison Savigliano, de Turin. Les alternateurs développent une puissance normale de 400 kw avec cos, $\varphi = 0{,}8$; ils donnent du courant triphasé sous 10 000 volts et à 50 périodes; ils sont pourvus d'une excitatrice calée directement sur l'arbre et accouplés aux turbines par un joint électrique Riva-Zodel. Le tableau de distribution, en marbre et en fer, est tout entier à basse tension; il est complété par un tableau en fer pour les appareils à haute tension comprenant cinq panneaux : trois pour les alternateurs (lorsque l'usine aura reçu son outillage complet), et deux pour les lignes. Au cours des essais effectués avant la mise en service, le rendement des turbines a dépassé le chiffre garanti de 78 0/0, et les alternateurs ont donné :

Avec une charge non inductive. . .	94,3 0/0
Avec une charge inductive. . . .	93,6 0/0

Toutes les machines, avec l'ensemble de l'installation, ont été essayées à la tension de 17 000 volts durant une demi-heure; et, pendant une demi-heure également, on a poussé la vitesse de marche de 500 à 850 tours. Pendant plus d'une demi-heure, lors des mêmes essais, on a amené chaque alternateur à développer une puissance de 447 kw, en faisant fournir 650 ch à la turbine correspondante.

Deux lignes triphasées, ayant chacune une longueur de 18,2 km, sont portées par des rangées distinctes de poteaux et transmettent l'énergie à la sous-station de

transformation et de distribution, installée dans Viterbe même. Cette sous-station renferme actuellement quatre transformateurs, chacun d'une puissance de 50 kw, ayant leurs enroulements primaires disposés en triangle et l'enroulement secondaire en étoile avec point neutre; ils abaissent la tension à 260 et 150 volts. Aux essais, les transformateurs ont donné un rendement de 96,2 0/0 avec charge inductive, et ils ont présenté une chute de tension de 2,4 0/0 entre la marche à vide et la marche à pleine charge non-inductive.

La distribution du courant, dans Viterbe, est assurée par 8 feeders. Ce courant est affecté à l'éclairage public et privé; il alimente en outre, en force motrice, divers établissements industriels.

On compte que la même usine sera appelée à fournir 500 ch, dans un avenir peu éloigné, au tramway électrique Rome-Civita-Castellana qui doit être prolongé jusqu'à Viterbe. — G.

Résultats industriels du procédé Birkeland-Eyde.

L'*Elektrochemie und Maschinenbau* signale quelques renseignements récemment fournis par M. le professeur Forster, de Dresde, devant les membres de l'Association Bunsen, sur le rendement obtenu avec le procédé Birkeland-Eyde, que l'on emploie aujourd'hui en Norvège pour la fabrication des nitrates par l'électricité. L'arc électrique tournant consomme 500 kw et 10 0/0 de cette énergie sont dépensés par la formation du champ magnétique alternatif qui sert à la dispersion de l'arc; la tension est de 5000 volts. Au moyen d'une soufflerie, on lance au travers de l'arc 25 m³ d'air par minute et on obtient un rendement de 2 0/0 en composés oxygénés de l'azote. La difficulté que l'on éprouve à augmenter le rendement résulte de ce fait que les éléments constitutifs du gaz formé se dissocient, étant donné que la température de l'arc ne tombe pas assez rapidement au-dessous du degré de décomposition. La formation de ces composés ne s'obtient que dans la partie la plus chaude de la flamme; une décomposition se produit dans la zone extérieure. M. Haber a constaté que, avec une température de 4200° C, on obtient 212 gr d'acide nitrique par kw-heure et que la production du même acide n'est que de 93,5 gr à la température de 3200° C. Dans l'appareil employé, on a obtenu de 70 à 83 gr d'acide nitrique par kw-heure. La dépense en énergie électrique nécessaire pour produire 1 kg d'acide nitrique revient, en Norvège, en raison du prix peu élevé du courant, à 35 cent. D'autre part, les frais de production de l'acide azotique tiré du nitre du Chili, sont de 1,40 fr par kg. — G.

Rendement industriel du four électrique Kjellin.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* résume comme il suit, d'après un rapport de M. Ibbotson, les résultats que l'on a obtenus avec un four électrique Kjellin, servant à la fabrication de l'acier :

Ce four, qui est demeuré en service à Gysinge (Suède), jusqu'à la fin de mai 1906, a une puissance de 165 kw et une capacité de 1 tonne. Son fonctionnement ininterrompu pendant une année complète a donné 950 tonnes d'acier. La charge consistait en 80 0/0 de fer brut suédois et 20 0/0 de riblons d'acier; l'apport nécessaire de silicium et de carbone était donné par addition de briquettes contenant 59 0/0 de fer chimiquement pur, 11 0/0 de silicium, 2,5 0/0 d'oxyde de calcium et environ 27 0/0 de charbon. Pour produire 1 tonne d'acier en sept heures et demie environ, on consommait à peu près 1128 kw-heure. En utilisant du fer brut riche en carbone (4 0/0), sans addition de briquettes, on a pu réduire la duré de l'opération à cinq heures et demie et abaisser la consommation de courant à 881 kw-heure. La tonne d'acier exigeait 660 kg de fer brut suédois, 200 kg de riblons d'acier, 100 kg de briquettes, 7,8 kg de silicium, 6,8 kg de manganèse. La chemise intérieure du four consistait en magnésie carbonatée et résistait durant cinq à sept semaines. Les lingots d'acier obtenus contenaient 2 0/0 de charbon, 0,12 0/0 de silicium, 0,34 0/0 de manganèse, 0,014 0/0 de phosphore et 0,012 0/0 de soufre. — G.

Verre de basse résistivité.

M. Charles-E.-S. Phillips, dans un mémoire lu à la British Association, donne la formule d'un nouveau verre ayant une conductibilité relative et diverses propriétés intéressantes.

Ce verre s'obtient en fondant ensemble 32 parties de silicate de sodium et 8 parties de borax calciné. En ajoutant à ce mélange 1,25 parties de flint glass de Powell, on augmente sa stabilité sans modifier sensiblement sa résistivité.

On peut construire avec ce verre les cages d'instruments électrostatiques; son point de fusion très bas réduit le champ de ses applications.

Ce verre peut être étiré en tubes et fils et est susceptible de prendre un beau poli. Sa densité est égale à 2,490 et sa dureté plus grande que celle du verre à la soude.

Comme autres propriétés physiques, ce verre ne présente aucune fluorescence sous les radiations cathodiques, il est transparent aux rayons X et opaque aux rayons ultra-violets. Sa conductibilité électrique est à peu près 500 fois celle des verres les plus conducteurs; la résistivité d'un centimètre cube est de l'ordre 109 ohms à 20°. Il constitue un émail particulièrement adhérent sur le cuivre. La résistivité de ce verre est très variable avec la température. — A. B.

La pizéine.

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* signale une nouvelle substance, la *pizéine*, préparée par la compagnie d'articles en caoutchouc de New-York-Hambourg, qui a son siège à Hambourg. Cette substance, ayant la couleur de la poix noire, est destinée à remplacer la cire à cacheter, laquelle joue aujourd'hui un grand rôle, dans les expériences, pour grouper et unir ensemble les dispositifs électriques qu'il s'agit d'essayer. La pizéine fond à environ 80° C; à la température ordinaire, elle se pétrit assez facilement; elle ne se déforme point une fois appliquée; insoluble dans l'eau, elle se dissout facilement dans l'alcool et très facilement dans la benzine et dans l'huile de térébenthine. Etant donné son point de fusion peu élevé, il est inutile d'échauffer beaucoup les surfaces qu'il s'agit de réunir ensemble au moyen de cette substance. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 827 3 Novembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

ASCENSEURS ÉLECTRIQUES
DES LIGNES TUBULAIRES DE LONDRES

Les lignes tubulaires électriques qui desservent la plupart des principaux quartiers de la cité de Londres sont situées à de trop grandes profondeurs pour que le service des voyageurs puisse s'effectuer par de simples escaliers. Nos voisins pratiques et toujours pressés refuseraient énergiquement et avec raison de descendre et de monter un nombre interminable de marches sous le prétexte fallacieux de s'épargner une fatigue et de se transporter rapidement d'un point à un autre. Les compagnies l'ont bien compris d'ailleurs et, dans le but d'accroître le plus possible leur clientèle et de faciliter l'accès des stations, elles ont installé de vastes ascenseurs électriques qui, toujours en mouvement, vont et viennent entre la surface du sol et les quais d'accès de la station souterraine. L'attente n'est jamais longue et elle est souvent nulle; arrivés dans la petite salle de la station supérieure, les voyageurs voient s'ouvrir une large porte qui les laisse pénétrer sur la plate-forme de l'ascenseur, ils s'y placent et se sentent immédiatement descendre; puis le mouvement s'arrête, la porte s'ouvre et ils se trouvent sur le quai souterrain. On n'attend personne, les deux cabines de l'ascenseur montent et descendent alternativement, pour ainsi dire sans arrêt et quelques secondes à peine séparent seules chaque descente.

Si nous prenons comme exemple le nouveau matériel que l'on installe sur la ligne récemment achevée du chemin de fer *Baker street and Waterloo*, nous voyons qu'il comprend trente-sept ascenseurs dont vingt-cinq sont déjà en service; ils ont été construits par la compagnie Otis qui a passé un contrat pour la fourniture de tous les ascenseurs desservant les autres lignes de Piccadilly and Brompton, de Charing-Cros Euston et de Hampstessd comprenant en tout 170 installations.

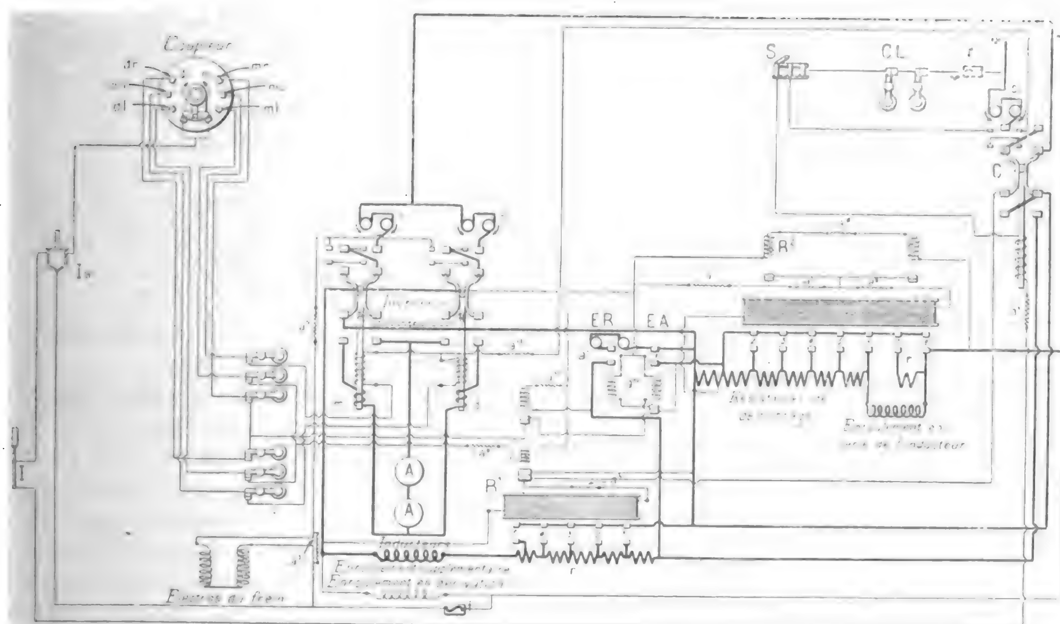


Diagramme des connexions des ascenseurs électriques des chemins de fer électriques tubulaires de Londres.

En général, le diamètre des puits d'ascenseurs est de 7 m; chaque station en contient deux dans chacun desquels glissent les deux cabines de montée et de descente; un troisième puits de 4,50 m de diamètre est muni d'un escalier. Sur la ligne Baker street and Waterloo ou, pour abréger, selon l'étrange habitude anglaise, sur la ligne *Bakerloo*, la profondeur de ces puits varie entre 12 m comme à Trafalgar square et 25 m comme à la station d'Elephand and Castle. Mais sur certaines autres lignes cette profondeur atteint 56,40 m et nous comprenons fort bien que l'on ne puisse condamner les voyageurs à ce *hard labour* et les forcer à descendre d'un pied léger (?) jusqu'au fond de ces abîmes. C'est cependant une exception et la profondeur moyenne est de 22 m, ce qui justifie suffisamment l'emploi d'ascenseurs.

Ces ascenseurs ont une puissance moyenne de levage de 4,5 tonnes à une vitesse de 60 m à la minute ; mais dans les nouvelles installations, les cabines ont fonctionné très aisément avec des charges de 6,5 tonnes et peuvent contenir largement plus de soixante-dix voyageurs. Le treuil moteur qui, dans la majorité des cas, est disposé au sommet de chaque puits est à enroulement spirale; il présente un diamètre de 1,10 m et est entraîné par deux moteurs électriques A disposés aux extrémités qui l'actionnent par l'intermédiaire de vis sans fin et de roues dentées.

La cabine est suspendue au treuil par quatre câbles d'acier de 23 mm de diamètre, d'une résistance à rupture de 22 tonnes, accouplés deux à deux par l'intermédiaire de leviers à bascule correspondant à des freins; si l'un des câbles vient à se rompre, le premier levier bascule sous l'effort du second et vient agir sur des freins qui arrêtent la cage. D'ailleurs un contrepoids équilibre la charge de la cabine comme dans toute installation analogue et un second contrepoids, fixé au tambour, régularise son mouvement et prévient toute tendance de retour en arrière.

Le dispositif de freinage qui est actionné dans le cas de rupture d'un câble agit également d'une manière automatique sous l'influence d'un régulateur de vitesse, système Otis, disposé à l'extrémité supérieure du puits et qui tourne en synchronisme avec le mouvement de la cabine auquel il est relié par un petit câble d'acier attaché à un levier à ressort qui communique aux freins. Dès que la vitesse de la cabine dépasse la normale, les boules du régulateur s'écartent et, dans ce mouvement, font agir une pince qui saisit le câble; celui-ci se tend, le levier à ressort bascule et actionne les freins. Le mouvement de la cabine se ralentit, les boules du régulateur retombent, le câble est libre et les freins sont relâchés jusqu'à ce que la vitesse redevienne excessive. Une sorte d'équilibre s'établit donc et la marche est absolument régulière. Ce dispositif a montré une telle efficacité, qu'il a été adopté par certaines lignes funiculaires anglaises et aussi sur les ascenseurs qui desservent depuis quelques années le tunnel de Glasgow.

Les parois de la cabine des ascenseurs sont en feuilles d'acier excessivement résistant; ces cabines sont pourvues de deux portes, une pour l'entrée et l'autre pour la sortie; elles s'ouvrent mécaniquement par l'air comprimé au moyen d'un levier que fait agir le mécanicien; leur fermeture est automatique et réglée dès que l'ascenseur se met en marche. L'air est fourni par un réservoir d'une capacité de 300 litres installé au fond du puits et est envoyé dans les cages par des tubes flexibles en caoutchouc.

Quant à la commande de l'ascenseur, elle est naturellement électrique et s'obtient par la manœuvre d'un coupleur disposé près de la porte d'entrée; suivant la position du levier on obtient deux vitesses dans chaque direction, la seconde étant double de la première. Immédiatement au-dessous se trouve un commutateur de sûreté I_s, de manière qu'en cas de court-circuit dans l'appareil de commande ou si, pour quelque cause, la cabine ne s'arrête pas quand le levier du coupleur est au zéro, le mécanicien puisse ouvrir le circuit de service et fermer un second circuit, dit de secours ; ce commutateur fonctionne aussi automatiquement dans le cas où la cabine ne s'arrêterait pas exactement aux points extrêmes de sa course.

Il y a donc en résumé deux circuits indépendants au moyen desquels l'ascenseur peut être manœuvré, l'un est le circuit ordinaire de fonctionnement, l'autre est le circuit de secours. Si nous examinons le diagramme ci-dessus, que nous empruntons à notre confrère de Londres *Engineering*, nous voyons que, dans ce dernier cas, le commutateur électro-magnétique C est ouvert, le courant est interrompu sur les moteurs du treuil, qui s'arrête rapidement. Le fonctionnement de ce commutateur magnétique peut être obtenu de quatre manières différentes. D'abord en ouvrant à la main le commutateur de sûreté I_s de la cabine, comme nous l'avons vu; il fonctionne ensuite automatiquement lorsque la cabine, ne s'arrêtant pas à fin de course, en haut ou en bas, vient heurter l'un ou l'autre des commutateurs-limite C L que l'on peut voir à l'angle droit supérieur du diagramme. Enfin si la cabine s'arrête dans le puits, de telle sorte que les câbles de suspension mollissent brusquement, un commutateur spécial S est ouvert automatiquement et arrête les moteurs, empêchant le déroulement anormal des câbles qui serait dangereux dans la descente. Ce mouvement s'effectue au moyen d'un poids maintenant contre les câbles de levage deux poulies à gorge; dès que les câbles se détendent, le poids descend et ouvre mécaniquement le commutateur S.

Quant à la commande ordinaire de l'ascenseur, elle s'effectue de la manière suivante : le coupleur porte, ainsi qu'on peut le voir sur le diagramme, des connexions, trois plots de con-

tact de chaque côté, pour la descente *d* et pour la montée *m*. Ils sont marqués *m r*, *d r* (montée ou descente rapide), *m o* et *d o* et enfin *m l* et *d l* (montée et descente très lente). Les plots du milieu servent à la mise en marche qui est moitié moindre que les plots extrêmes supérieurs *m r* et *d r*; les plots inférieurs servent à ralentir le mouvement immédiatement avant l'arrêt total. Dès que le mécanicien place le levier sur le plot milieu en passant par le plot inférieur qui sert à fermer ou à ouvrir le circuit, suivant le sens de la manœuvre, les freins sont relâchés et les moteurs se mettent en marche. Puis le levier est poussé sur le plot supérieur, les résistances de la ligne sont successivement supprimées par suite du fonctionnement progressif des sept électros d'accélération dont les armatures mobiles a sont numérotées sur la figure de 2 à 8; les moteurs prennent alors leur vitesse maximum. En approchant de l'une des extrémités du puits, du sommet par exemple, le mécanicien pourrait opérer les mouvements inverses, le levier passe de nouveau sur les plots *m* et *m l*, les résistances sont de nouveau intercalées, le circuit est ouvert, les moteurs s'arrêtent, les freins bloquent. Mais il est évident que le mécanicien ne peut pas se rendre compte de la distance et du point exact où il se trouve, c'est pourquoi le ralentissement de marche et l'arrêt s'effectuent automatiquement.

Le rôle du mécanicien se borne donc à la mise en marche et à la vérification des manœuvres automatiques effectuées. Des leviers extérieurs à la cabine viennent établir des contacts et ouvrir, par exemple, le circuit *m r* dès que l'ascenseur approche du haut de sa course; alors, une résistance spéciale est insérée dans le circuit qui se trouve fermé à travers l'électro de faible vitesse E R. Puis, par le relais R_1, les électros 1, 2, 3, 4 fonctionnent, intercalant successivement les résistances. Finalement, la cabine ouvre automatiquement le contact *m*, interrompant ainsi le circuit d'alimentation et bloquant les freins.

Dans le cas où la tension de la ligne dépasserait une limite déterminée, un relais électromagnétique spécial R_2 est mis en circuit et insère une résistance plus élevée *r*, prévenant ainsi l'accélération excessive qui en résulterait.

Les circuits de montée et de descente, ainsi que les électros de ralentissement qui interrompent le courant, sont munis de souffleurs magnétiques S; quant aux principaux contacts, ils sont en charbon avec des plaques fixes montées sur ressort de manière à assurer toujours un facile passage au courant. Les commutateurs, limitant la course de la cabine, fonctionnent mécaniquement et sont ouverts par une came montée sur la cabine elle-même qui vient heurter une roulette en caoutchouc de 0,10 m de diamètre; cette dernière actionne alors le commutateur.

Georges DARY.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

(Suite) (1)

§ 4. LIGNES ARTIFICIELLES AVEC APPAREILS

Nous traiterons très brièvement le cas des lignes artificielles parce qu'il est peu intéressant pour le but que nous poursuivons. Nous avons vu en effet que la ligne avec self-induction que nous avons pu réaliser s'écarte trop des propriétés des lignes réelles pour que son étude soit profitable. Quant à la ligne sans self, elle représente assez bien un câble sous-marin, mais comme nous avons surtout en vue l'étude des lignes aériennes, pour lesquelles la self n'est jamais négligeable, nous n'aurons pas à insister longuement.

D'une manière générale l'accouplement d'une ligne et d'un appareil modifie profondément les propriétés de chacun d'eux. Nous avons vu que l'appareil était caractérisé par sa constante de temps $\frac{L}{R}$ rapport de sa self à sa résistance. En local, le courant n'arrive à sa valeur de régime qu'au bout d'un temps

$$T = 4\frac{L}{R}$$

Pour les lignes, si elles n'ont pas de self, le régime permanent est atteint au bout du temps

$$\theta = \frac{4\,CR}{10}$$

et si elles ont de la self au temps

$$\theta = \sqrt{CL}.$$

Quand l'appareil sera relié à la ligne, le régime sera atteint au bout d'un temps qui sera toujours inférieur à la somme $T + \theta$ et, dans le cas où θ est faible, le régime est atteint au bout d'un temps bien inférieur à T, de sorte que l'appareil fonctionne plus vite quand il est relié à une ligne que

(1) Voir l'*Electricien* n° 812, 21 juillet 1906, p. 33; n° 813, 28 juillet, p. 54; n° 814, 4 août, p. 77; n° 819, 8 septembre, p. 149; n° 820, p. 168; n° 821, p. 186; n° 822, p. 203 et n° 826, p. 257.

quand il est en local. Cette conclusion est assez imprévue, mais elle s'est trouvée toujours vérifiée par l'expérience.

Dans tout ce qui va suivre, nous prendrons toujours les deux mêmes appareils : un relais Baudot et un récepteur Morse dont voici les constantes.

Relais Baudot.	Morse.
$R = 200$ ohms	$R = 500$ ohms
$L = 1,1$ henry	$L = 12$ henrys
$\frac{L}{R} = 0,007$ seconde	$\frac{L}{R} = 0,024$ seconde.

A. *Lignes sans self-induction.* — En prenant une ligne constituée par 11 bobines de 100 ohms et 10 condensateurs de 1,5 microfarad, la constante de temps

$$CR = 0,0165 \text{ seconde}$$

le régime permanent est atteint au temps :

$$\theta = 0,4\ CR = 0,0066 \text{ seconde.}$$

quand la ligne est seule, et respectivement à 0,010 s et 0,045 s quand elle est reliée au Baudot et au Morse.

Pour cette constante de temps qui est faible, il semble que la ligne agisse par sa résistance, qu'elle en ajoute une partie à celle du récepteur, de sorte que la constante de temps de l'appareil est sensiblement réduite et lui permet de fonctionner plus rapidement.

Mais si on augmente la constante de temps de la ligne, il n'en est plus ainsi. Avec une ligne formée de 20 condensateurs de 6 microfarads et 20 bobines de 100 ohms, on a $C\ R = 0,24$. Dans ce cas, le moment où le régime permanent est atteint est la somme des temps qui correspondent à la ligne et à l'appareil.

Il semble donc hors de doute que la fraction dont la constante de l'appareil est réduite, grâce à la présence de la ligne, dépend de la valeur relative de la capacité et de la résistance de cette dernière et que plus la capacité est grande, plus cette fraction est faible.

Nous n'insisterons pas davantage sur les lignes sans self. Elles n'ont d'intérêt que pour les câbles sous-marins. Mais, dans ce cas particulier, l'appareil récepteur a une self-induction excessivement faible, de sorte qu'il modifie très peu le courant. Il fonctionne à la manière d'un galvanomètre qui suivrait les variations du courant provenant de la ligne sans le déformer. Ce cas est beaucoup plus simple, mais il ne rentre pas dans le programme que nous nous sommes tracé.

B. *Lignes artificielles avec self-induction.* — Ce que nous avons dit des lignes sans self s'applique aux lignes avec self. Avec une ligne ayant les constantes suivantes :

$R = 2000$ ohms	$\delta = 2,71$
$C = 15$ microf.	$\theta = 0,0143$
$L = 13,7$ henrys	

nous avons trouvé que le régime permanent est atteint pour le Baudot et le Morse respectivement aux temps 0,018 s et 0,033 s.

Ces temps sont assez bien représentés par la formule

$$\theta_1 = \theta + \frac{3}{4}\frac{L}{R}$$

qui convient, ainsi que nous le verrons plus tard, aux lignes réelles. Malheureusement notre ligne artificielle est trop imparfaite pour qu'il vaille la peine de s'arrêter sur son étude.

§ 5. — LIGNES RÉELLES AVEC APPAREILS

Résultats expérimentaux. — La question de l'accouplement des lignes et des appareils n'a jamais été complètement traitée au point de vue théorique, ou, du moins, elle n'a jamais été condensée en formules qui se prêtent à une vérification expérimentale. De sorte que nous n'avons pas le moyen de savoir si les résultats de l'expérience sont conformes aux prévisions de la théorie, ni même, ce qui serait très précieux, de trouver un guide pour leur interprétation.

Voici tout d'abord quelques résultats :

	δ	θ	Régime permanent avec : Baudot	Morse
Ligne 500 kilomètres dont 350 en fer.	1,35	0,0034	0,010	0,022
Ligne 250 kilomètres dont 180 en fer.	1,82	0,0022	0,007	0,021
Ligne 1000 kilomètres en cuivre de 5 mm.	1,94	0,0048	0,010	0,025

Ces lignes correspondent aux types extrêmes de celles qu'on rencontre en pratique. Les appareils fonctionnent beaucoup plus vite qu'en local. Le temps au bout duquel le régime permanent est atteint parait pouvoir être représenté par la formule empirique.

$$\theta_1 = \theta + \frac{3}{4}\frac{L}{R} \qquad \text{(A)}$$

Cette formule est très simple, mais il ne faut pas se méprendre sur sa portée. Elle s'applique uniquement aux cas que nous avons étudiés, et ne saurait être étendue à d'autres, sans quelque circonspection et sans expérience préalable.

Conclusion. — L'accouplement de la ligne et de l'appareil forme un ensemble dont les propriétés sont bien différentes de celles de chacun des éléments. L'expérience semble établir deux faits : la durée du régime variable est toujours de beaucoup supérieure à celle de la ligne seule ; elle est inférieure à la somme de celle de la ligne et de l'appareil. De plus, dans le cas où la capacité est faible, ou bien dans celui où la self-induction n'est pas négligeable, la durée du régime variable est notablement inférieure à celle de l'appareil seul. C'est le cas des lignes aériennes ordinaires. Ce fait

s'explique assez facilement. Nous avons dit qu'en local on peut réduire le temps de fonctionnement d'un appareil en mettant en série une résistance, la constante de temps est ainsi diminuée dans la proportion qu'on désire. Il semble que sur les lignes une partie de la résistance s'ajoute à celle de l'appareil pour produire le même effet, et il est naturel que cet effet se produise avec plus d'intensité quand la capacité est faible; la ligne est un réseau complexe de conducteurs formé d'une branche principale qui est la ligne et sur laquelle sont greffées des dérivations constituées par sa capacité. Plus la capacité sera élevée, plus ces dérivations seront importantes, et plus sera faible la partie de ligne que l'on pourra supposer incorporée avec l'appareil pour agir par sa résistance et produire la réduction de la constante de temps.

Pour les lignes que nous avons étudiées, et elles semblent comprendre dans leurs limites les cas qui peuvent se présenter pratiquement, la formule empirique (A) semble bien résumer les données de l'expérience Voyons quelles conclusions on peut en tirer.

Pour la ligne, tant qu'on restera dans les conditions où la self-induction a une valeur sensible, c'est-à-dire tant que la valeur du coefficient

$$\delta = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

sera plus grande que l'unité, la résistance jouera un rôle négligeable pour ce qui concerne la durée du régime variable. Elle n'influera que sur la valeur finale du courant. Il suffira donc qu'elle soit dans un certain rapport avec la force électromotrice de la pile. En particulier, l'emploi de lignes en cuivre de gros diamètre ne sera nécessaire que sur les lignes très longues et pour permettre l'emploi des piles d'une tension moyenne. Au contraire, la capacité et la self-induction ont la plus grande importance. D'après la forme de

$$\theta = \sqrt{CL},$$

on voit qu'il faudra qu'elles soient toutes deux aussi petites que possible. La capacité varie peu avec la nature des lignes. Il y aura avantage, tout en maintenant à δ une valeur convenable, à réduire la self-induction. Les lignes en cuivre paraissent à ce point de vue supérieures aux lignes en fer, et c'est probablement à cette circonstance que l'on doit attribuer la préférence que leur accordent les praticiens.

L'appareil intervient par sa constante de temps $\frac{L}{R}$. Sa capacité semble pouvoir être totalement négligée. La self devra être aussi faible que possible. Nous avons vu que le Baudot était privilégié à cet égard et qu'il était de beaucoup supérieur au Morse. On peut essayer de diminuer la constante de temps par l'adjonction d'une résistance. En local, le régime permanent est atteint beaucoup plus vite. En ligne il pourra y avoir amélioration. Mais cette amélioration ne sera peut-être pas aussi grande qu'elle le paraît au premier abord. Il ne faut pas oublier que dans la formule (A) le coefficient empirique 3/4 tient compte du fait que la résistance de la ligne influe sur l'appareil. Si cet effet peut être assimilé à l'adjonction d'une résistance supplémentaire assez grande par rapport à celle de l'appareil, la mise en circuit d'une résistance peu élevée pourra ne produire qu'une variation peu sensible dans la durée du régime variable.

§ 6. VITESSE DE TRANSMISSION

Il ne faut pas confondre la vitesse de propagation du courant avec la vitesse de transmission. La première, ainsi que nous l'avons vue, est donnée par la formule

$$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}$$

c'est, en somme, la vitesse de propagation du front de l'onde électrique, vitesse qui serait égale à celle de la lumière, si la ligne était isolée dans l'espace, et qui se trouve réduite par l'augmentation de la capacité due aux masses conductrices voisines et par l'augmentation de la self produite par le fil lui-même s'il est en fer ou par les masses magnétiques situées à proximité.

La vitesse de transmission est celle de la succession de signaux au poste d'arrivée. Elle est indépendante de la vitesse de propagation, puisque cette dernière pourra bien influer sur le moment d'arrivée du premier signal, mais elle affectera de la même manière tous les suivants. Elle dépend, au contraire, essentiellement de la durée du régime variable. Pour que des signaux arrivent distincts et en particulier pour que deux signaux de polarité contraire puissent faire fonctionner le récepteur, il ne semble pas nécessaire que le régime permanent soit atteint pour le courant dû à l'émission du premier, au moment où le deuxième commencera à se manifester. Cependant, si cette condition est remplie, le fonctionnement n'en sera que plus sûr. Si on la prend comme règle, on parera plus facilement aux légers accidents qui peuvent se produire aux cours des transmissions. C'est d'ailleurs celle que nous avons vu réalisée sur des lignes qui semblaient exploiter à la vitesse maximum.

Si nous l'admettons, la formule (A) nous donnera justement la durée d'un signal et nous permettra d'en déduire la vitesse de transmission. Prenons par exemple une ligne en fer de 500 km et un relais Baudot, nous aurons :

Ligne.	Appareil.
$C = 4{,}5 \times 10^{-6}$	$L = 1{,}4$
$L = 3$	$R = 200$
$\sqrt{CL} = 0{,}0037$	$\frac{L}{R} = 0{,}0070.$

$$\theta_1 = \sqrt{CL} + \frac{3}{4}\frac{L}{R} = 0{,}0037 + 0{,}0052 = 0{,}0089$$

La durée d'un signal étant de 8,9 millièmes de seconde, on pourra transmettre 112 signaux par seconde.

Considérons une ligne de même longueur, en cuivre. On aura pour cette ligne

$$\theta = \sqrt{CL} = \sqrt{4{,}5 \times 10^{-6}} = 0{,}0021$$

La durée d'un signal sera de 7,3 millièmes de seconde, et la vitesse de transmission pourra atteindre 137 signaux.

La figure 29 donne un spécimen de transmission sur un fil de Paris à Lyon, dont la partie aérienne est constituée par un fil de cuivre de 2,5 mm, mais qui comporte une section souterraine au départ de Paris.

Le régime variable dure 0,0080 s, chiffre qui est bien d'accord avec celui que nous avons calculé, et qui lui est un peu supérieur à cause de la ligne souterraine. Laissant de côté la première pointe à gauche dont nous allons parler tout à l'heure, le cliché comporte un signal négatif (au-dessus de la

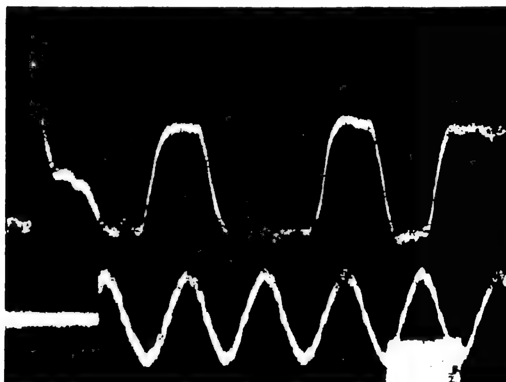


Fig. 29.

ligne médiane), un positif, deux négatifs, un positif, un négatif, puis le commencement de deux positifs.

La durée d'un signal est de 0,019 s. La vitesse de transmission est donc bien loin du maximum possible. On remarquera en effet l'existence de larges paliers horizontaux qui sont inutiles et pourraient être supprimés par une succession plus rapide des signaux. On en donne ici 53 à la seconde, on pourrait en faire 125.

Quant à la première première pointe de la courbe, elle est produite par la décharge de la ligne. Le fil servait à la transmission et à la réception. Au moment où l'on passe sur réception, la pile est supprimée et la ligne est reliée au récepteur. Cette dernière se décharge ; le phénomène est analogue au courant de charge que produirait une pile égale, mais de signe contraire ; sa durée est égale à celle d'un signal ordinaire.

En résumé, la durée minimum d'un signal correspondant à la plus grande vitesse de transmission possible, la formule (A) permettra aisément de calculer le rendement.

(A suivre.) DEVAUX-CHARBONNEL.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE

SUR LES CHEMINS DE FER EN AMÉRIQUE (1)

Le système alternatif monophasé Westinghouse.

Trois ans à peine se sont écoulés depuis que furent effectuées les premières expériences réellement décisives du moteur alternatif monophasé appliqué à la traction.

Durant cette période, de nombreux essais ont été exécutés ; à elle seule, la société Westinghouse a équipé quatre cent quatre-vingts kilomètres de lignes avec du matériel à courant alternatif ne représentant pas moins de 65 000 ch. D'autres constructeurs, la plupart des grandes maisons européennes et américaines, l'ont suivie dans cette voie et il semble donc que les efforts des inventeurs qui, tel M. Lamme, de la Cie Westinghouse, ont dirigé leurs recherches vers le relèvement du moteur-série, soient enfin couronnés de succès.

La traction de l'avenir sera-t-elle la traction électrique ? et réalisera-t-on celle-ci par le courant alternatif ? On peut le supposer.

Toutefois, quoique le dernier lustre ait vu d'importants perfectionnements, tant d'ailleurs en ce qui concerne la machine à vapeur que la machine électrique, la question de la traction électrique se présente encore aujourd'hui sous le même jour qu'au commencement du siècle ; la substitution générale de l'électricité à la vapeur constituerait une révolution profonde du régime actuel et elle aura vraisemblablement plus de peine à s'accomplir que n'en eut la locomotive à vapeur à se faire agréer.

Dans les conditions présentes, deux motifs essentiels amènent d'ordinaire les compagnies de chemin de fer à envisager l'opportunité de l'adoption de la traction électrique : la nécessité de supprimer les fumées dans les tunnels, à l'intérieur ou dans le voisinage des grandes villes et le désir d'améliorer le service des trains de voyageurs, en vue d'offrir à la clientèle un horaire répondant plus complètement à toutes les exigences.

La supériorité économique de la traction par l'électricité, supériorité incontestable surtout pour des pays où, comme en Amérique, les forces hydrauliques abondent, est momentanément laissée de côté, et dans certains cas, il faut bien, en effet, qu'elle le soit, étant donnée l'importance énorme des capitaux consacrés au matériel existant.

(1) Cette note a été rédigée d'après une conférence donnée récemment au New-York Railroad Club, par M. Lamme, ingénieur en chef à la compagnie Westinghouse, et mise au point en tenant compte, notamment, des remarques que présentèrent les membres de l'association.

Les principaux reproches que l'on continue à émettre sur la traction électrique sont relatifs.

A. Dans le cas du 3e rail.

a) aux difficultés d'entretien de la voie;

b) aux dangers de déraillement;

c) aux perturbations qui peuvent résulter de la neige;

d) à la complication des aiguillages, etc.

De ces inconvénients, les deux premiers sont seuls réels; les deux autres peuvent être supprimés moyennant certaines précautions ; sur le New-York Central Ry, on emploie contre la neige et le verglas, un système protecteur qui s'est montré d'une efficacité parfaite.

B. Dans le cas de lignes aériennes :

a) à la difficulté d'augmenter, dans l'avenir, le nombre des voies: M. Wilgus, du New-York Central and Hudson River R. R., cite, notamment, le cas de la ligne du West Shore R. R. où l'emploi du 3e rail garantissait une économie de 2 millions sur les dépenses devant résulter d'une extension prévue pour quelques années plus tard.

b) Aux dangers pour le personnel des trains de marchandises et pour le public, dans les rues et sur les ponts suspendus;

c) Au manque de sécurité pour les convois dans les tunnels, dans les endroits où le fil est placé à une faible hauteur, ainsi qu'en cas de collision ou de déraillement (à New-York, les autorités sont opposées à l'emploi des lignes à trolley à haute tension, même éloignées du sol);

d) Aux accidents que peut amener la chute d'un poteau ou d'un chevalet sur la voie.

C. Pour les deux systèmes :

a) Aux corrosions, d'origine électrolytique, dont souffrent les conduites d'eau et de gaz;

b) A la nécessité de dédoubler les usines et les lignes, si l'on veut avoir toute garantie quant à la continuité du service.

Cette précaution, devant laquelle n'a pas reculé la New-York Central and Hudson River R. R., est évidemment très coûteuse, bien que chaque station ait une capacité moindre que celle d'une centrale unique. Elle doit, selon d'aucuns, si l'on ne veut pas qu'un accident survenu à une section n'entrave la marche régulière des convois, se compléter par la pose de la ligne d'alimentation sur d'autres poteaux que ceux du conducteur de prise de courant. Le sectionnement du fil de trolley, facilitant la localisation des défauts et limitant les accidents à une partie aussi restreinte que possible, reste nécessaire, sans être suffisant.

Enfin, les esprits judicieux insistent sur ce que la locomotive électrique est encore très imparfaite et qu'elle n'a été mise que fort incomplètement à l'épreuve, tandis que la machine à vapeur, par le compoundage et la surchauffe, est devenue un engin remarquable de perfection.

Plus heureux que nous, les citoyens de la grande république américaine peuvent ne pas s'inquiéter de la question de la défense nationale, à laquelle certains pays européens attachent une importance extrême : n'a-t-il pas été indiqué tout récemment encore, en Allemagne, que la locomotive à vapeur a l'avantage d'être appropriée aux exigences les plus diverses et de ne pas dépendre de centrales et de canalisations que des troupes ennemies pourraient trop aisément mettre hors de service?

Ces inconvénients sont, en général, ceux qui ont été reconnus dès l'abord; on y a remédié en partie. Quant aux qualités de la méthode électrique, elles se sont accentuées, mais sans qu'on en puisse faire naitre de nouvelles.

On ne saurait méconnaître que l'exploitation des chemins de fer diffère nettement de celle des tramways. Néanmoins, la façon dont s'est développée pour ceux-ci la traction électrique a permis de se rendre compte des circonstances où l'électricité est avantageuse.

De l'expérience acquise, on peut conclure qu'en ce qui concerne les pays de vieille civilisation, son avantage essentiel réside, et doit résider, dans la possibilité d'accroître, grâce à son emploi, la capacité des lignes, en augmentant la vitesse moyenne, en rendant les arrêts plus nombreux, les démarrages plus aisés et plus rapides, en multipliant les départs. C'est là une qualité exceptionnellement précieuse et qui appartient particulièrement aux systèmes à unités multiples, il en est d'autres, d'ailleurs, mais dont l'importance relative est encore mal définie, et qui résultent de la réduction des frais d'entretien de la voie et du matériel roulant, de la plus complète utilisation des véhicules, moins fréquemment immobilisés dans les ateliers pour la visite et pour les réparations, etc.

Un exemple relatif à l'endurance, doit être cité ici : c'est celui d'une des locomotives que la General electric Co a construit pour le New-York Central; cette machine a terminé récemment un service de 165 400 km, au cours duquel les dépenses d'entretien ont été remarquablement réduites.

Au point de vue de l'élasticité du service, l'automotrice à vapeur ou à essence pourrait seule être mise en parallèle avec la voiture électrique, mais il est évident, *à priori*, que la limitation de sa capacité la met dans un état d'infériorité marquée, qu'on tienne compte soit du rendement final de l'exploitation, — j'entends du rapport du poids utile transporté au poids total des véhicules, — soit de la fréquence des ravitaillements nécessaires.

Quoi qu'il en soit, la seule méthode rationnelle d'établir la traction électrique sur une ligne donnée paraît être de l'adopter pour le service tout entier, c'est-à-dire pour les trains de marchandises aussi bien que de voyageurs, à petite et à grande vitesse.

On ne peut considérer que comme provisoire, et imposée par les nécessités économiques (qui ne permettent pas de remplacer *de plano* tout un

outillage) une solution qui consiste à faire remorquer par des locomotives électriques les trains de voyageurs, des locomotives à vapeur continuant d'être employées pour le service des marchandises.

Ce serait trop exiger que de demander à l'électricité, dans des conditions aussi peu favorables, une économie sensible.

Pour M. Townley, du New-Haven R., l'électricité n'est qu'un agent de transmission, et la locomotive électrique une machine motrice dont on a enlevé la chaudière pour la placer à distance avec d'autres appareils semblables. « C'est-à-dire, explique cet ingénieur, qu'au lieu que la puissance développée par une locomotive quelconque soit limitée par la quantité de charbon que le chauffeur peut charger dans le foyer, ou par la quantité de vapeur que peuvent consommer les cylindres, on dispose, à un moment donné, sur chaque essieu-moteur, de la puissance totale engendrée par la chaufferie. »

En d'autres termes, la locomotive électrique est à même de donner, pendant des périodes prolongées, un effort de traction bien supérieur à la puissance nominale. De telle sorte que, dans la manœuvre des trains de marchandises ou de voyageurs, on n'est plus obligé de restreindre le poids ou la longueur des convois pour réaliser la vitesse voulue, on n'a plus à s'inquiéter de la question de charge et de base; par l'emploi de deux ou plusieurs unités commandées ensemble, il devient possible d'atteindre telle vitesse et telle puissance que l'on veut aux barres d'attelage.

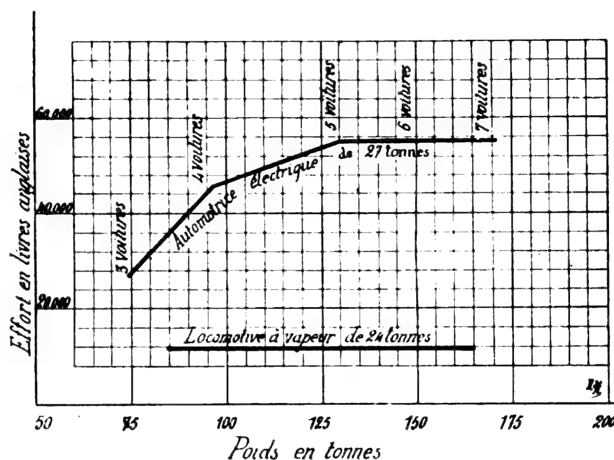


Fig. 1.

La valeur de la traction électrique à ce dernier égard n'est plus à démontrer. On en a donné maints témoignages.

Sur la Manhattan Elevated Road, on obtint les résultats que mentionne le tableau (I) ci-après :

I. — COMPARAISON ENTRE L'EFFORT AU CROCHET OBTENU AVEC LES APPAREILS ÉLECTRIQUES ET CEUX A VAPEUR

Nombre de voitures par convoi	3	4	5	6	7
Nombre d'automotrices par convoi	2	3	4	4	4
Effort de traction électrique	27.000	40.500	51 000	54.000	54.000
» » vapeur	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Poids de l'équipement électrique (tonnes)	14	21	28	28	28
Poids de la locomotive à vapeur (tonnes)	24	24	24	24	24
Poids du train électrique (tonnes)	74	101	128	148	168
Poids du train à vapeur (tonnes)	84	104	124	144	164

La locomotive à vapeur dont il s'agit pesait 24 tonnes et ses voitures 20; l'automotrice 27 et ses remorques 20 également (fig. 1).

Les locomotives du Manhattan sont toutefois plus légères que celles employées sur d'autres lignes.

J'emprunte au bulletin 7045 de la société Westinghouse une comparaison entre des locomotives pesant 100 tonnes et des motrices de 51 tonnes et entraînant l'une et l'autre des remorques de 35 tonnes. (Tableau II). (fig. 2)

II. — COMPARAISON ENTRE L'EFFORT AU CROCHET OBTENU AVEC LES APPAREILS ÉLECTRIQUES ET CEUX A VAPEUR

Nombres de voitures par convoi	3	4	5	6	7
Nombre de voitures automotrices par convoi	2	2	3	4	4
Effort de traction électrique	51.000	51.000	76.500	102.000	102.000
» » vapeur	50.000	50.000	50.000	50.000	50 000
Poids de l'équipement électrique (tonnes)	32	32	48	64	64
Poids de la locomotive à vapeur (tonnes)	100	100	100	100	100
Poids du train électrique (tonnes)	137	172	223	274	309
Poids du train à vapeur (tonnes)	205	240	275	310	345

III. — ANALYSE DES DÉPENSES D'EXPLOITATION (EN 0/0). CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES.

Ligne.	Entretien des voies, ouvrages d'art et stations.	Entretien des usines génératrices et du matériel roulant.	Dépenses de production d'énergie.	Salaires du personnel des lignes et des stations.	Frais généraux.	Total des frais d'exploitation en 0/0 des recettes.	Entretien de l'équipement électrique des voies.	Entretien de la ligne électrique.
A	7.09	9.46	7.690	56.990	18.770	53.13	3 370	2.839
B	»	»	15.247	»	»	69 07	3.427	1.920
C	»	»	18.884	»	»	63.74	4.819	1.803
D	2.363	12 400	17.030	48.450	19.740	75.06	5.730	1.249
E	6.480	8.500	15.160	51.700	18.160	60.12	3.100	1.495
F	6.984	10.154	23.914	39.990	18.962	67.36	4.173	1.337
G	13.030	13.258	15.364	43.874	14.474	68.55	5.130	3.057
H	7.871	10.159	8.805	53.613	19.802	71.94	4.950	1.829
I	11 164	9.162	19.163	40.975	19.536	86.39	3.446	2.564
J	10.117	12.433	19.301	42.071	16 078	73.79	4.887	2.715
K	6 408	14.176	14.123	50.736	14.552	55.35	5.667	2.012
L	6.967	8.393	15.966	52.299	16.375	61.03	3.116	1 584
M	10.207	12 996	18.732	47.278	10.787	76.99	3.585	2.374
N	10.146	12.665	19 218	47 457	10.514	78.00	4.593	2.168
O	10.127	14.117	13.284	47.587	14 885	68.70	4.528	2.311
P	5.674	13.447	18.251	43.380	14.284	58.90	5.573	2.451
Q	5.895	11 245	18.783	42 523	21.554	65.07	2.745	2.280
R	7.500	14.051	12.310	32 906	32.633	55.20	»	»
S	5.720	11.418	22 632	40.705	19.525	62.13	3.521	2.201
T	4.382	14.416	15.441	45.845	19.916	59.86	4.950	1.576
U	4.869	12.967	»	»	»	59.80	»	»
V	6 146	8.067	34 336	43.326	8.125	55.80	»	»
Moyenne.	7.457	11 704	17.314	45.879	17.298	65.72	4.332	2.093

IV. — ANALYSES DES DÉPENSES D'EXPLOITATION (EN 0/0). CHEMINS DE FER A VAPEUR.

Ligne.	Entretien des voies, ouvrages d'art et stations.	Entretien des ateliers et du matériel roulant.	Dépenses de service (y compris combustible).	Frais généraux.	Total des dépenses d'exploitation en 0/0 des recettes.	Réparations et renouvellement des locomotives.	Réparations et renouvellement des voitures.	Combustible.
1	19.636	20.350	56.755	3.259	75.84	6.821	3.121	9.529
2	17.870	11.980	67.470	2.680	78.95	4 310	2 657	16.690
3	15.133	13.109	68.431	3.327	76.43	4.750	3.292	19.558
4	12.876	19.438	61.259	3.427	136.00	9.804	2.698	10.898
5	29 532	17.775	50.883	1.810	77.006	8.354	1.764	9.553
6	21.627	24.713	50.405	3.255	73.38	10.775	2.020	11.820
7	15.369	12.377	68.738	3.516	78.83	5.228	3 809	13.729
8	21.000	18.868	56.566	3.566	73.78	6.476	2.186	12.595
9	25.611	20.375	50.783	3 231	58.21	5.897	2.176	11.467
10	28 224	23.685	46.065	2.026	101.27	8.389	1.881	9.948
11	19.722	15.886	62.553	1.839	80.46	7.450	751	13.180
12	15.680	14.220	64.743	5.357	65.66	9.065	4.326	10.287
13	12.704	23.573	60.075	3.648	59.33	9.861	1.161	7.608
14	29 850	11.790	50.720	7.640	65 67	3.747	1.666	10.986
15	19 230	16 980	55 940	7.850	85.05	7.267	2.317	9.395
16	24.200	15 390	54.100	6 310	81.22	6 215	1.277	10.251
17	19.710	13 850	58.180	8.260	74.93	5 864	2.112	10.630
18	21.730	18.120	53 600	6 550	77 47	7.434	1.839	8.118
Moyenne.	20.539	17.355	57.791	4 308	75.50	7.094	2.291	11.457

Pour un train de 9 voitures, l'effort de traction est de 50000 livres avec la locomotive, de 127 500 avec les automotrices électriques.

On remarque que si, aux charges moyennes, la tare est sensiblement identique, pour des convois lourds, les automotrices l'emportent sensiblement en légèreté.

Ainsi, le convoi ci-dessus, de 5 automotrices et de 9 remorques pèse 395 tonnes, contre 405 quand la traction est faite par une locomotive à vapeur et, en outre, la capacité du système est plus grande que dans ce dernier cas.

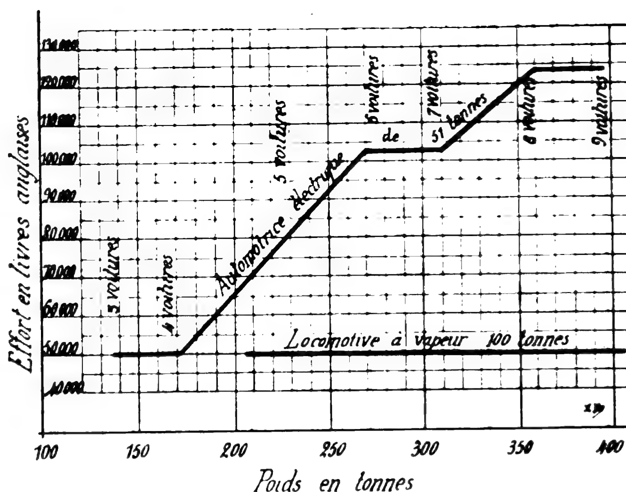


Fig. 2.

Il serait très intéressant de pouvoir ajouter à ces considérations quelques chiffres de recettes et de dépenses; mais ce n'est pas facilement qu'on se procure, à cet égard, des renseignements précis.

Au Western Railway Club, M. J. Street, a montré autrefois des tableaux comparatifs assez détaillés (III et IV), mais il avait considéré principalement les chemins de fer urbains; d'autres n'ont pu écarter les points douteux.

(*A suivre.*)

LES RÉCOMPENSES

A L'EXPOSITION DE MILAN

PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — ÉLECTROCHIMIE

Hors concours.

Barbier, Bénard et Turenne, Paris;

Louis Clerc, Paris;

Compagnie Electrothermique Keller, Leleux et Cie, Paris;

Compagnie des tréfileries du Havre, Paris;

La Française électrique (Compagnie de constructions électriques et de traction), Paris;

Henri Frédet, Brignoud (Isère);

Jacques Holzschuch et Paul Bonnemain, Paris;

Leclanché et Cie, Paris;

Société d'électro-métallurgie de Dives, Paris;

Société anonyme ponr le travail électrique des métaux, Paris;

Société Westinghouse, Paris;

Société « La néo-métallurgie » et Société électro chimique du Giffre, Paris;

Société lyonnaise de l'industrie électro-chimique « La Volta », Moutiers (Savoie).

Grands prix.

Compagnie française de charbons pour l'électricité, Paris;

Alfred Dinin, Puteaux (Seine);

Manufacture de glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, Paris;

Société des produits Gin pour la métallurgie électrique, Paris;

Société anonyme électro-métallurgique, procédés P. Girod, Ugine (Savoie);

Société anonyme « La Carbone » Levallois-Perret (Seine);

Société anonyme égyptienne d'électricité, Paris;

Société alsacienne de constructions mécaniques, Paris;

Société des forces motrices de l'Arve, Grenoble (Isère);

Société anonyme d'électricité et d'automobiles Mors et Eugène Sartiaux, Paris.

Diplômes d'honneur.

Louis Bardon, Clichy (Seine);

Compagnie générale d'électro-chimie, Paris;

Philippe Delafon, Paris;

Hilairet et Huguet, Paris;

Houry et Filleul-Brohy, Paris;

Médailles d'or.

Compagnie française de l'Accumulateur Aigle, Paris;

Charles Jeantaud, Paris;

Paul Schuler, Paris.

TÉLÉGRAPHIE — TÉLÉPHONIE. — APPLICATIONS DIVERSES DE L'ÉLECTRICITÉ.

Hors concours.

Appareillage électrique Grivolas, Paris;

Cance et fils et Cie, Paris;

Compagnie française des Perles électriques Weismann, Paris;

Compagnie générale des Phonographes, Cinématographes et Appareils de précision, Paris;

G. Dumont, G. Baignères et Rousselle et Tournaire, Paris;
Mambret, Paris;
Charles Mildé et fils et Cie, Paris

Grands prix.

Appareillage électrique Grivolas, Paris;
Ateliers Thomson-Houston, Paris;
Henri Beau, Paris;
G. et H.-B. de la Mathe, Saint-Maurice (Seine);
Société industrielle des Téléphones, Paris;
Sous-Secrétariat des Postes et Télégraphes, Paris;
Ville de Paris.

Diplômes d'honneur.

Société Poilly de Brigode, Folembray (Aisne);
Société industrielle des Téléphones, Paris;

Médailles d'or.

Denis Fontaine-Souverain, Dijon.

MÉTROLOGIE APPLIQUÉE AUX ARTS, AUX PROFESSIONS, AUX INDUSTRIES, AU COMMERCE. — MÉTROLOGIE DE PRÉCISION.

Hors concours.

Charles Bellieni, Nancy;
Chauvin et Arnoux, Paris;
Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, Paris;
Alphonse Darras, Paris;
Eugène Ducretet, Paris;
Paul Lequeux, Paris;
Gaston Roux, Paris;
Société française de Constructions mécaniques, Paris;
Doignon, Malakoff (Seine).

Grands prix.

Baille-Lemaire et fils, Paris;
Chateau, frères et Cie, Paris;
Charles Collot, Paris;
Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, Paris;
Golaz, Paris;
Le Châtelier, Paris;
Maison Breguet, Paris;
Pellin, Paris;
Jules Richard, Paris.

Diplômes d'honneur.

Alphonse Darras, Paris;
Louis Huet, Paris;
François Jarret, Paris;
Jules Montpellier, Paris;
Ponthus et Therrode, Paris;
Joseph Sanguet, Paris;
Georges Secrétan, Paris.

Médailles d'or.

Lhermitte et Lejard, Paris;
Georges Secrétan, Paris;
Société française de constructions mécaniques, Paris;
Tavernier-Gravet, Paris.

MÉTROLOGIE RÉTROSPECTIVE

Grands prix.

Bureau international des Poids et Mesures, Sèvres (Seine-et-Oise);
Chateau frères, Paris.

VILLES ET LOCALITÉS

DANS LESQUELLES EXISTE UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

ABRÉVIATIONS :

C = Courant continu.
A = Courant alternatif simple.
A D = Courants alternatifs diphasés.
A T = Courants alternatifs triphasés.
D = Système de distribution (la tension indiquée pour les canalisations à trois fils est celle qui existe entre les fils extrêmes).
F M = Force motrice.

DOUBS

Amancey (611 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Amathay-Vésigneux (426 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Appenans (230 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle-sur-le-Doubs.

Arc et Senans (1229 hab.). — Alimenté par l'usine de Lombard.

Audincourt (7347 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Avanne (419 hab.).
Cette usine alimente :
Avanne.
Aveney.

Aveney (143 hab.). — Alimenté par l'usine d'Avanne.

Barboux (le) (291 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Bart (591 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Bassots (les) (258 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Bavans (1107 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle-sur-le-Doubs.

Baume-les-Dames (3021 hab.). — *La Municipalité.* — C — D : 3 fils, 300 volts. FM : Hydraulique.

Beaulieu (commune de Valentigney). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Belchamp (commune de Voujeaucourt). — *Société électrique de Belchamp.* — AT, 50 périodes. — D 5000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique et vapeur.

Cette usine alimente :
Audincourt,
Bart,
Beaulieu,
Belchamp,
Chapotte (la),
Hérimoncourt,
Martinets (les),
Sainte-Suzanne,
Seloncourt,
Valentigney,
Voujeaucourt.

Belleherbe (592 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyèze.

Besançon (55 362 hab). — *Société anonyme du gaz*. — C — D : 3 fils, 440 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Beure (741 hab.) — *M. Dubourg*. — A, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Blamont (671 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-de-Roide.

Bolandoz (463 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Bonnevaux (383 hab.). — Alimenté par l'usine de Nozeroy (Jura).

Bouverans ((410 hab.). — Alimenté par l'usine de Nozeroy (Jura).

Bretonvillers (454 hab.). — *M. Bulle*. — C — D : 2 fils, 250 volts. — FM : Hydraulique.

Buffard (371 hab.). — Alimenté par l'usine de Lombard.

Cernambert (la) (70 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Chamesol (822 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont de Roide.

Chantrans (474 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Chapotte (la) (139 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Charmauvillers (389 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Charmoille (419 hab.). — *La Municipalité*. — AT, 50 périodes. — 3000 volts au primaire, 190 et 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Charquemont (1860 hab). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Chatelot (64 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle sur le Doubs.

Clerval (1066 hab.). — *MM. Villeminot et Garneret*. — AT, 50 périodes. — 3000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Colombier-Châtelot (248 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle sur le Doubs.

Colombier-Fontaine (490 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle sur le Doubs.

Consolation (commune des Maisonnettes) (79 hab.). *Société l'Union électrique*. — A, 50 périodes. — D : 4000 volts au primaire, 125 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Consolation,
Guyans-Vennes,
Morteau,
Orchamps,
Vennes.

Courchapon (203 hab.). — Alimenté par l'usine de Marnay (Haute-Saône).

Dampierre sur le Doubs (245 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle sur le Doubs.

Damprichard (1186 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Déservillers (531 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Emagny (220 hab.). — *M. Grandclément*. — C — D : 2 fils, 110 volts et 3 fils, 220 volts. FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Emagny,
Pin l'Emagny (Haute-Saône).

Etouvans (487 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle sur le Doubs.

Fertans (286 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Fontenelles (les) (482 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Fourcatier et Maisonneuve (115 hab.). — Alimenté par l'usine de Labergement Sainte Marie.

Frasnes (1080 hab.). — Alimenté par l'usine de Nozeroy (Jura).

Glay (554 hab). — Alimenté par l'usine de Pont de Roide.

Goule (la) (Usine génératrice située sur le territoire suisse). — *Société des forces électriques de la Goule*. — A, 50 périodes. — D : 5500 volts. au primaire, 220 et 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Barboux (le),
Bassots (les),
Cernambert (la),
Charmauvillers,
Charquemont,
Damprichard,
Fontenelles (les),
Lac (le) ou Villers,
Maiche,
Pargots (les),
Russey (le).

Gras (les) (859 hab.). — Alimenté par l'usine de Malbuisson.

Guyans-Vennes (688 hab.). — Alimenté par l'usine de Consolation.

Hérimoncourt (3749 hab). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Hôpitaux (les) Neufs (260 hab.). — Alimenté par l'usine de Labergement Sainte Marie.

Hôpitaux (les) Vieux (241 hab.). — Alimenté par l'usine de Labergement Sainte Marie.

Isle (l') sur le Doubs (2621 hab.). — *Compagnie électrique de l'Isle sur le Doubs*. — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire. — 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Appenans,
Bavans,
Chatelot,
Colombier-Chatelot,

Colombier-Fontaine,
Dampierre sur le Doubs,
Etouvans,
Isle (l') sur le Doubs,
Longevelle,
Lougres,
Médière,
Saint-Maurice.

Jallerange (271 hab). — Alimenté par l'usine de Marnay (Haute-Saône).

Jougne (1215 hab.). — *M Vandel.* — AT, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Labergement Sainte-Marie (398 hab.). — *Syndicat de communes.* — (Usine génératrice au Fourperêt). — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, 210 et 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Fourcatier et Maisonneuve,
Hôpitaux (les) neufs,
Hôpitaux (les) vieux,
Labergement Sainte-Marie,
Longevilles (les),
Métabief,
Rochejean,
Saint-Antoine,
Vaux et Chantegrue.

Lac (le) ou Villers (3138 hab). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Lavans-Quingey (155 hab). — Alimenté par l'usine de Lombard.

Lods (942 hab). — . — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, 220 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Amancey,
Amathay-Vésigneux,
Bolandoz,
Chantrans,
Déservillers,
Fertans,
Lods,
Longeville,
Reugney,
Vésigneux.

Lombard (205 hab.). — *M. Ritter.* — A, 50 périodes, 4000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Cette usine fonctionne en parallèle avec celle de Champagne (Jura) et alimente, dans le Doubs :
Arc et Senans,
Buffard,
Lavans-Quingey,
Lombard,
Quingey.

Longevelle (368 hab.). — Alimenté par l'usine de L'Isle sur le Doubs.

Longeville (299 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Longeville (les) (462 hab). — Alimenté par l'usine de Labergement Sainte-Marie.

Lougres (242 hab). — Alimenté par l'usine de L'Isle sur le Doubs.

Maiche (2035 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Malbuisson (279 hab.). — *M. Planty.* — C — D : 2 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Cette usine alimente :
Gras (les),
Malbuisson,
Montbenoit.

Martinets (les) (6 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Médières (332 hab). — Alimenté par l'usine de L'Isle sur le Doubs.

Meslières (588 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-de-Roide.

Métabief (252 hab). — Alimenté par l'usine de Labergement Sainte-Marie.

Montbenoit (220 hab.). — Alimenté par l'usine de Malbuisson.

Montéchéroux (877 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-de-Roide.

Montgesoye (512 hab.). — *MM. Bailly frères et Cie.* — C — D : 3 fils, 240 volts. — FM : Hydraulique.

Morteau (4110 hab.). — Alimenté par l'usine de Consolation et par l'usine suisse de la Société des forces motrices du lac de Joux et de l'Orbe.

Mouthe (858 hab). — *M. A. Bruard.* — AT : 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : hydraulique.

Nans sous Saint-Anne (191 hab.). — *Mme Bolut.* C — D : 2 fils, 225 volts. — FM : Hydraulique.

Noirefontaine (220 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont de Roide.

Orchamps-Vennes (895 hab.). — Alimenté par l'usine de Consolation.

Ornans (3153 hab). — *La Municipalité.* — AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique. (L'usine génératrice se trouve à Cey en Varais).

Pargots (les) (200 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Pierrefontaine (289 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont de Roide.

Pont de Roide (2758 hab). — *Société électrique de Montjoie.* — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique. (L'usine génératrice se trouve au Moulin de Montjoie).

Cette usine alimente :
Blamont,
Chamesol,
Glay,
Meslières,
Montéchéroux,
Noirefontaine,
Pierrefontaine,
Pont de Roide,
Saint-Hippolyte,
Villars les-Blamont.
Villars-sous-Dampjoux.

Quingey (868 hab). — Alimenté par l'usine de Lombard.

Recologne (402 hab.). — Alimenté par l'usine de Marnay (Haute-Saône).

Reugney (302 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Rochejean (378 hab.). — Alimenté par l'usine de Labergement Sainte-Marie.

Rougemont (1300 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-sur-l'Ognon (Haute-Saône).

Ruffey (147 hab.). — Alimenté par l'usine de Marnay (Haute-Saône)

Russey (le) (1373 hab.). — Alimenté par l'usine de la Goule.

Saint-Antoine (308 hab.). — Alimenté par l'usine de Labergement Sainte-Marie.

Saint-Hippolyte (1069 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-de-Roide.

Saint-Maurice (404 hab.). — Alimenté par l'usine de l'Isle-sur-le-Doubs.

Saint-Maurice (comm. de Cour Saint-Maurice) (50 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyèze.

Sainte-Susanne (905 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Saint-Vit (911 hab.). — Alimenté par l'usine du Moulin-des-Malades (Jura).

Seloncourt (3000 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Valentigney (4500 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Vaucluse (253 hab). — Alimenté par l'usine de Voyèze.

Vauclusotte (251 hab.). — Alimenté par l'usine de Voyèze.

Vaux et Chautegrue (381 hab.).— Alimenté par l'usine de Labergement Sainte-Marie.

Vésigneux (110 hab.). — Alimenté par l'usine de Lods.

Villars-les-Blamont (507 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-de-Roide.

Villars-sous-Dampjoux (214 hab.). — Alimenté par l'usine de Pont-de-Roide.

Voujeaucourt (1500 hab.). — Alimenté par l'usine de Belchamp.

Voyège (comm. de Vauclusotte) (12 hab.). — Mme *Boillot*. — A 50 périodes, — D : 3000 volts. au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique :

Cette usine alimente :
Belleherbe,
Saint-Maurice,
Vaucluse,
Vauclusotte,
Voyèze,

Vuillafans (1320 hab.). — M. Convers. — C — D : 2 fils, 110 volts — FM : Hydraulique.

ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS

SÉANCE DU 31 JUILLET 1906

La séance est ouverte, à 1 h. 1/4, sous la présidence de M. Cance.

Sont présents : MM. Aubry, Brocq, Blondin, Cance, Cance fils, Delafon, Ph. Delafon, Desgranges, Duval' Fayet, Grille, Guérin, Guillaume, Gobert, Isbert, Laffargue, Leseible, Nouvel, Robert, De Traz.

Sont excusés : MM. Bardon, Courtois, Hérard, Roussel et E. Sartiaux.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté sans observation.

Est admis comme membre titulaire, M. Crozé (Aimé), secrétaire général de la Compagnie Continentale de fabrication des Compteurs à gaz et autres appareils, 9, rue Pétrelle, Paris.

Est présenté comme membre titulaire, M. Vuillemin (Jules), ingénieur des Arts et Manufactures, directeur du syndicat Ampère, conseiller du commerce extérieur, 66, rue Saint-Lazare, Paris.

M. le Président fait connaître que la Société des Agriculteurs de France ouvre un concours pour la session de 1907, sur la question de production, de transport et de distribution de l'énergie et de la lumière dans les exploitations rurales, au moyen de l'électricité.

Un prix agronomique, consistant en un objet d'art, sera décerné à l'auteur de l'étude la mieux conçue.

Ce travail devra viser la création ou l'utilisation d'une usine centrale, mue par une chute d'eau ou un autre moteur quelconque, annexe ou non d'une sucrerie, distillerie ou autre usine déjà existante; cette usine produisant, au besoin, l'électricité nécessaire pour transmettre la force et la lumière dans les exploitations rurales avoisinantes.

Cette étude devra être appuyée sur des exemples tirés d'installations déjà existantes et, autant que possible, elle devra viser une application bien déterminée à créer. Dans ce cas, elle en présentera, dans la mesure du possible, les avantages et les difficultés, elle indiquera les prix d'installation et d'exploitation en les mettant en comparaison avec les dépenses des installations antérieures qu'elle serait destinée à remplacer.

Les mémoires devront être adressés au siège de la Société, 8, rue d'Athènes, **au plus tard le 31 décembre 1906**.

Conditions des concours de la Société. — 1° Les mémoires présentés aux concours doivent être manuscrits ou à l'état d'épreuves;

2° Les auteurs ne doivent pas se faire connaître. Chaque manuscrit doit porter une épigraphe ou devise qui sera répétée sur un pli cacheté joint à l'ouvrage et portant le nom de l'auteur;

3° Le lauréat qui obtient un objet d'art peut choisir entre cet objet et sa valeur argent.

M. le Président donne communication du jugement ci-après, relatif à un accident du travail, auquel la loi du 9 avril 1898 ne s'applique pas.

« Le 2 mai 1905, X., ouvrier plombier au service de « N., se rendait à Robinson où il était envoyé par son « patron pour exécuter son travail, lorsqu'en passant sur « la route de Fontenay, à Robinson, il a été écrasé par « un arbre abattu par un violent ouragan.

« La veuve X., sa mère, soutenant qu'elle était à sa « charge, demande la rente fixée par l'article 3 de la loi « du 9 avril 1898. Mais les accidents dus à l'action des « forces de la nature ne peuvent, même s'ils sont sur« venus pendant le travail, être considérés comme sur« venus à l'occasion du travail, que si le travail a « contribué à mettre lesdites forces en mouvement ou en « a aggravé les effets. L'ouragan qui a abattu l'arbre et « causé la mort de X. étant un phénomène naturel qui « échappe à toute prévision est sans aucun rapport « avec le travail dont X. était chargé, et a le caractère de « force majeure. Dans ces circonstances, la loi du 9 avril « 1898 ne saurait être applicable. Par ces motifs, la de« mande de la veuve X. est déclarée mal fondée, le tribu« nal l'en déboute et la condamne aux dépens. »

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée 2 heures.

BIBLIOGRAPHIE

Elementary Experimental Magnetism and Electricity (*Traité expérimental élémentaire du Magnétisme et de l'Electricité*), par William Allanach. 1906. 1 vol. de xviii-264 pages, avec 150 figures dans le texte. Prix, relié, 4,35 fr. (Londres, Longmans Green and C° éditeurs.)

Cet ouvrage, disons-le tout d'abord, est le résumé du cours avec les expériences de laboratoire fait à l'Université de Sheffield, par M. Allanach; l'auteur le destine donc à servir de guide aux étudiants dans leurs classes d'enseignement secondaire.

Par suite de son caractère absolument essentiel d'études expérimentales, ce livre ne contient pas de descriptions oiseuses et de phrases diffuses, à peine y constate-t-on la présence de quelques énoncés ou explications brèves. A la suite les unes des autres, divisées normalement en chapitres d'espèces, les expériences fondamentales et pratiques, quant aux applications, se succèdent, représentées par de simples numéros d'ordre; la figure explicative est jointe, représentant le résumé ou le résultat d'expérience.

Ce mode d'enseigner est extrêmement simple et en même temps particulièrement ingénieux et efficace. En lisant l'ouvrage de M. Allanach, on assiste à son cours, on refait avec lui ses expériences, on acquiert son savoir, qui paraît très complet. Toutes les nouvelles théories, toutes les questions délicates du magnétisme et de l'électrochimie entre autres, nous semblent fort bien résumées.

Dans trois parties principales, M. Allanach traite successivement du magnétisme, de l'électrostatique et des courants. Trois appendices contiennent certaines définitions mathématiques et notations chimiques. Le nombre total des expériences réalisées est de 200.

G. D.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Accumulateurs.

368 207. — Dreihardt. — Jonction amovible pour les électrodes d'une batterie d'accumulateurs (19 juillet 1906).

Appareillage.

368 008. — Gentil. — Borne servant à relier les appareils électriques aux conducteurs (21 avril 1906).

368 195. — Coridori. — Manchons isolateurs (19 juillet 1906).

368 267. — Menzel. — Fusible non interchangeable (23 juillet 1906).

Canalisations.

368 052. — Ducousso. — Canalisations électriques (13 juillet 1906).

368 239. — Boström. — Appareil pour enfiler des câbles dans les conduits (20 juillet 1906).

Eclairage et Lampes.

368 162. — Reims et Auscher. — Lampe à incandescence (18 juillet 1906).

368 225. — Deutsche Gasglühlicht A G (Auergesellschaft. — Lampes à incandescence (19 juillet 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

367 969. — Kaiser. — Procédé pour retirer au four électrique les métaux des minerais (11 juillet 1906).

Electrothermie.

368 013. — Wallin. — Four électrique d'extraction des métaux (8 juin 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

367 908. — Hunt the Sandycroft Foundry C° Limited. — Machines dynamo-électriques (9 juillet 1906).

368 183. — Soc. Lyonnaise de Fournitures chirurgicales et d'hygiène publique. — Dynamo (19 juillet 1906).

368 220. — Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Machine à courant continu (19 juillet 1906).

Instruments de mesure.

367 948. — Berland. — Compteur électrique (18 juillet 1906).

367 982-367 983. — Bourgeois et Bourgeois. — Instruments de mesures électriques de poche (11 juillet 1906).

368 203. — Fery et Grassot. — Compteurs électriques (9 mai 1906).

368 231. — G. A. Schultze. — Mesure des résistances électriques (20 juillet 1906).

368 311. — Aron. — Compteur à prépaiement (23 juillet 1906).

Moteurs.

367 942. — Cushman Electric Company. — Contrôleur de vitesse pour moteurs électriques (10 juillet 1906).

368 132. — Scherbius. — Réglage des moteurs d'induction (17 juillet 1906).

Piles.

368 078. — Gesellschaft für Hercules Elemente. — Electrode pour éléments galvaniques (16 juillet 1906).

Télégraphie.

367 953. — Soc. Aktieboleget Nautiska Instrument. — Télégraphie acoustique (10 juillet 1906).

Téléphonie.

367 876. — Hildebrand et Diesel. — Commutateur pour téléphones (28 mars 1906).

367 955. — Soc. Aktiebolaget Nautiska Instrument. — Appareil téléphonique et télégraphique (10 juillet 1906).

368 064. — Soc. Aktiebolaget Nautiska Instrument. — Microphones (13 juillet 1906).

368 090. — Soc. Aktiebolaget Nautiska Instrument. — Porte-charbon pour microphone (16 juillet 1906).

368 206. — Rounsevill et Bilms. — Compteur de durée des conversations téléphoniques (19 juillet 1906).

368 288. — Pedersen. — Récepteur de vibrations électriques (30 juin 1906).

Traction.

368 237. — Schneider. — Pince de croisement pour lignes aériennes (20 juillet 1906).

368 328. — Brown. — Traction électrique par contact superficiel (24 juillet 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

CHRONIQUE

Commission chargée d'élaborer le règlement sur les distributions d'énergie.

Le ministre des travaux publics vient de désigner les membres de la commission chargée d'élaborer les règlements d'administration publique prévus par la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique.

Cette commission est composée de la manière suivante :

MM. Alfred Picard, président de la section des travaux publics du Conseil d'Etat, président;

Colson, conseiller d'Etat;

Rousseau, maître des requêtes au Conseil d'Etat;

Bruman, directeur de l'administration départementale et communale au ministère de l'intérieur;

Estaunié, directeur du matériel et de la construction à l'administration des postes et télégraphes;

Dabat, directeur de l'hydraulique et des améliorations agricoles au ministère de l'agriculture;

Charguéraud, directeur des routes, de la navigation et des mines au ministère des travaux publics;

Taché, administrateur à la direction générale de l'enregistrement, des domaines et du timbre au ministère des finances;

Lévy, inspecteur général des ponts et chaussées;

Monmerqué, ingénieur en chef des ponts et chaussées;

Girousse, ingénieur des postes et télégraphes;

Guillebot de Nerville, ingénieur des postes et télégraphes, professeur adjoint d'électricité à l'Ecole des ponts et chaussées;

Guillain, président du Conseil d'administration de la Compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson Houston;

Hippolyte Fontaine, ingénieur-électricien, administrateur des ateliers des machines Gramme;

Albert Sartiaux, ingénieur en chef de l'exploitation des chemins de fer du Nord;

Harlé, de la maison Sautter-Harlé et Cie;

Cordier, directeur général de la société « Energie électrique du littoral méditerranéen »;

Picou, ingénieur des arts et manufactures;

Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage de la ville de Paris;

Carcassonne, chef de bureau au ministère des travaux publics, des postes et des télégraphes.

Traction électrique dans le tunnel du Simplon.

La *Schweizerische Bauzeitung* rapporte que, depuis le 15 septembre dernier, les seuls trains de luxe périodiques, circulant dans le tunnel du Simplon, sont remorqués par des machines à vapeur; tous les autres trains sont conduits par des locomotives électriques. Durant la semaine du 9 au 15 septembre, 120 trains électriques et seulement 12 trains à vapeur ont franchi le tunnel. Pour les trains électriques de voyageurs, la durée moyenne du parcours a été : entre Brig et Iselle, de 20 minutes 30 secondes (au lieu des 23 minutes prévues à l'horaire); entre Iselle et Brig, de 29 minutes 30 secondes (au lieu des 35 minutes prévues à l'horaire). — G.

CORRESPONDANCE

Poteaux en bois pour canalisations électriques.

Nous recevons la lettre suivante :

Monsieur le Directeur du journal « l'Electricien ».

« Monsieur,

« Je viens de lire dans le numéro de l'*Electricien* du 13 octobre un article, très intéressant d'ailleurs, sur les différents modes de conservation des poteaux en bois, signé de votre collaborateur M. de Kermond.

« Mais, à ma grande stupéfaction, au paragraphe relatif aux poteaux injectés au bichlorure de mercure, je vois :

« La préparation des poteaux par le procédé Kyan « s'effectue dans les établissements de MM. Himmels- « bach frères, à Fribourg (grand-duché de Bade). »

« Ce qui voudrait ou pourrait laisser croire que la maison Himmelsbach, dont la nomenclature des usines et des procédés de fabrication suit, serait la seule à injecter les poteaux d'après les procédés Kyan.

« Or, la maison Katz et Klumpp, que j'ai l'avantage de représenter en France et qui a une clientèle assez importante, dont je vous citerais au hasard :

« L'Ouest Lumière,
« L'Union Electrique,
« M. Edouard Empain,
« Cie des Tramways de Tunis,
« Cie du Gaz de Valenciennes,
« Cie Départementale Electrique,
« Société d'Applications industrielles,
« Messieurs Bisson-Bergès, etc., etc.,

a les mêmes procédés de fabrication que la maison Himmelsbach et imprègne ses poteaux, également de la Forêt Noire, au bichlorure de mercure sous pression.

« Elle est fournisseur du Gouvernement et des Postes et Télégraphes allemands, au même titre que la maison Himmelsbach, ainsi que vous pourrez vous en convaincre par la référence ci-jointe.

« Je vous serais donc très reconnaissant, Monsieur, si vous vouliez bien faire paraître une petite note rectificative dans votre prochain numéro, car l'article en question, étant donné que nous sommes au plus trois qui employons les procédés Kyan, pourrait porter à ma maison, dans ses affaires, un sérieux préjudice, et faire croire, comme l'article est un article de vulgarisation et non de réclame, que nous avons trompé nos clients en leur livrant des poteaux non imprégnés sous pression au bichlorure de mercure.

« Je compte, Monsieur, sur votre amabilité et votre impartialité pour bien vouloir faire le nécessaire dans ce sens.

« Vous en remerciant d'avance, je vous prie d'agréer, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

« M. Meyer. »

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 828 10 Novembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

ENROULEMENTS D'INDUITS

EN SÉRIES PARALLÈLES

(Suite et fin) (1).

Conditions pour que $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ *et* $\frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}}$ *soient égaux à des nombres entiers dans les enroulements en séries parallèles.*

Cherchons maintenant dans quelles circonstances $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ peut être un nombre entier.

Remplaçons **k** par $\frac{\mathbf{u}_n}{2}\mathbf{z}$ et $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ par **g** dans la formule $\mathbf{y}^k = \frac{\mathbf{k} \pm \mathbf{a}}{\mathbf{p}}$, nous obtenons

$$\mathbf{y}^k = \frac{\mathbf{k} \pm \mathbf{a}}{\mathbf{p}} = \frac{\frac{\mathbf{u}_n}{2} \pm \mathbf{a}}{\mathbf{p}}$$

$$= \frac{\frac{u_n}{2}\mathbf{ag} \pm \mathbf{a}}{p} = \frac{a}{p}\left(\frac{u_n}{2}g \pm 1\right)$$

Remplaçons $\frac{a}{p}$ par sa plus simple expression $\frac{t}{r}$, il vient, **t** et **r** étant des nombres premiers entre eux,

$$\mathbf{y}^k = \frac{t}{r}\left(\frac{u_n}{2}g \pm 1\right) \qquad (7)$$

Cette expression permet de déterminer les relations entre a, p et $\mathbf{u}_n$ pour lesquelles y^k reste un nombre entier.

Si l'on donne à $\mathbf{u}_n$ les valeurs 2, 4, 6 et 8, on voit que les conditions nécessaires pour que $\frac{z}{a}$ soit un nombre entier sont les suivantes :

1° Si r est divisible par 2 et non par 3, u_n doit être égal à 2 ou 6.

2° Si r est divisible par 3 et non par 2, u_n doit être 2, 4 ou 8.

3° Si r est divisible par 2 et par 3, u_n doit être égal à 2.

4° Si r n'est divisible par 2 ni par 3, u_n doit être 2, 4, 6 ou 8.

D'après cela il est facile d'établir le tableau ci-après où sont résumées les valeurs corrélatives de **p**, **a** et $\mathbf{u}_n$ qui satisfont aux conditions qui viennent d'être indiquées et qui permettent d'obtenir pour $\frac{z}{a}$ un nombre entier.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 824, 13 octobre, p. 227 et n° 825, 20 octobre, p. 242.

On voit, d'après la formule,

$$y^k = \frac{k \pm a}{p} = \frac{a}{p}\left(\frac{k}{a} \pm 1\right)$$

que la condition $\frac{k}{a}$ = nombre entier est toujours remplie avec un enroulement réparti uniformément; on réalise encore cette condition avec un induit à entailles quand, chacune d'elles contenant un même nombre de faisceaux, la division de k par $\frac{u_n}{2}$ donne un nombre entier.

On démontre encore, sans entrer ici dans le détail, que la condition $\frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}}$ = nombre entier avec un nombre égal de faisceaux induits par entaille est remplie :

1° Quand **a** est divisible par $\frac{\mathbf{u}_n}{\mathbf{z}}$;

ou

2° Quand les relations indiquées dans le tableau précédent et qui rendent $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ égal à un nombre entier sont remplies.

Réalisation artificielle de la divisibilité de **k** *et de* **z** *par* **a** *au moyen de l'introduction de faisceaux fictifs et par la multiplication du nombre des encoches.*

On a vu dans le paragraphe précédent qu'il n'est pas toujours possible d'obtenir simultanément que $\frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}}$ et $\frac{\mathbf{k}}{\frac{\mathbf{u}_n}{2}}$ soient des nombres entiers.

On peut toujours cependant satisfaire artificiellement à la condition fondamentale de symétrie $\left(\frac{\mathbf{k}}{\mathbf{a}} = \text{nombre entier}\right)$, si l'on observe d'introduire dans quelques entailles un certain nombre de barres fictives.

En multipliant le nombre des entailles et en employant des barres fictives, on peut également satisfaire à la condition $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ nombre entier.

Si l'on introduit **2 a** barres fictives, on arrive toujours à rendre $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{a}}$ égal à un nombre entier.

La pratique de divers enroulements a montré que les irrégularités produites lorsque $\frac{\mathbf{p}}{\mathbf{a}}$ n'est pas un nombre entier ne peuvent pas être atténuées par la simple multiplication du nom-

bre des entailles par une valeur divisible par a. Par contre, les enroulements pour lesquels $\frac{p}{a}$ est un nombre entier, peuvent être rendus parfaitement symétriques par cette multiplication du nombre des entailles, même lorsque $\frac{s}{a}$ n'est pas un nombre entier.

Par conséquent, les enroulements en séries parallèles avec $\frac{a}{p}$ = nombre entier pourront seuls satisfaire définitivement à la condition de rendre $\frac{s}{a}$ égal à un nombre entier par multiplication du nombre des entailles (et par suite $\frac{k}{a}$ = nombre entier); pour les enroulements en séries parallèles dans lesquels $\frac{p}{a}$ n'est pas un nombre entier, on se contentera de rendre $\frac{k}{a}$ égal à un nombre entier.

TABLEAU DES VALEURS CORRÉLATIVES DE p, u_n ET a SATISFAISANT AUX CONDITIONS DE SYMÉTRIE DES ENROULEMENTS EN SÉRIES PARALLÈLES

	u_n	a
$p = 1$	2, 4, 6 ou 8	toutes valeurs.
2	2, -, 6	1, 3.
	2, 4, 6, 8	2, 4.
3	2, 4, -, 8	1, 2, 4, 5.
	2, 4, 6, 8	3, 6.
4	2, -, 6	1, 2, 3, 5, 6, 7.
	2, 4, 6, 8	4, 8.
5	2, 4, 6, 8	toutes valeurs.
6	2	1, 5, 7, 11.
	2, 4, -, 8	2, 4, 8, 10.
	2, -, 6	3, 9.
	2, 4, 6, 8	6, 12.
7	2, 4, 6, 8	toutes va'eurs.
8	2, -, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9. 10, 11, 12, 13, 14, 15.
	2, 4, 6, 8	8, 16.
9	2, 4, -, 8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.
	2, 4, 6, 8	9, 18.
10	2, -, 6	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19.
	2 - 4, 6, 8	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20.
11	2, 4, 6, 8	toutes valeurs.
12	2	1, 2, 5, 7, 10, 11, 13, 14, 17, 19, 22, 23.
	2, -, 6	3, 6, 9, 15, 18, 21.
	2, 4, -, 8	4, 8, 16, 20.
	2, 4, 6, 8	12, 24.
13	2, 4, 6, 8	toutes valeurs.
14	2, -, 6	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27.
	2, 4, 6, 8	2, 4, 6, 8, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28,
15	2, 4, -, 8	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29,
	2, 4, 6, 8	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30.
16	2, -, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.
	2, 4, 6, 8	16, 32,
17	2, 4, 6, 8	toutes valeurs.
18	2	1, 3, 5, 7, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 29, 31, 33, 35.
	2, 4, -, 8	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34.
	2, -, 6	9, 27.
	2, 4, 6, 8	18, 36.
19	2, 4, 6, 8	toutes valeurs.
20	2, -, 6	1, 2, 3, 5, 6, 7. 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39.
	2, 4. 6, 8	4, 8, 12, 16, 20, 28, 32, 36, 40.

Conditions de symétrie et irrégularités du pas d'une armature à entailles avec connexions équipotentielles.

Si nous résumons brièvement les conditions de symétrie exposées, la condition fondamentale s'exprime par la relation

$$\frac{k}{a} = \text{nombre entier.}$$

De plus pour les enroulements où $\frac{p}{a}$ est un nombre entier on doit toujours avoir

$$\frac{z}{a} = \text{nombre entier.}$$

Lorsque $\frac{a}{p}$ est un nombre entier, il suffit que $\frac{z}{p}$ soit un nombre entier.

Les enroulements où $\frac{p}{a}$ ou $\frac{a}{p}$ est un nombre entier et pour lesquels les conditions ci-dessus sont remplies sont seuls susceptibles d'être parfaitement symétriques. Pour les autres, très peu de valeurs satisfont à la condition

$$\frac{z}{a} = \text{nombre entier} \left(\text{ou } \frac{z}{p} \text{ quand } a > p\right).$$

Autant que possible, il convient de choisir pour tous les enroulements des dispositions telles que l'on puisse avoir $\frac{z}{a}$ = nombre entier, sans recourir à des moyens correctifs (voir le tableau des nombres satisfaisant à cette règle).

Dès que le pas du potentiel comporte une irrégularité, il importe de vérifier si la limite admissible n'est pas dépassée.

Irrégularité du pas. — Les faisceaux induits, en vertu de leurs positions réelles dans les entailles, se trouvent déplacés d'une certaine quantité par rapport à la position idéale qu'ils occuperaient dans un enroulement uniformément réparti.

Lorsque tous les faisceaux sont uniformément espacés, les irrégularités peuvent s'exprimer algébriquement.

Avec les induits à entailles, les positions des faisceaux sont tellement diversifiées que, pour procéder plus simplement, on pourra calculer l'irrégularité en exprimant les positions des faisceaux dans les entailles par rapport aux positions des faisceaux correspondants d'une répartition uniforme. On calculera alors l'irrégularité par rapport à l'enroulement uniformément réparti et l'on déterminera de combien un faisceau donné se trouve écarté, par suite de sa position dans l'entaille, respectivement à l'emplacement qu'il occuperait dans un enroulement uniformément réparti; on déduit l'irrégularité résultante par la connaissance de ces deux irrégularités composantes.

Cherchons tout d'abord le déplacement propre à un faisceau pour sa position dans l'entaille par rapport à sa position théorique idéale dans l'enroulement uniformément réparti.

La figure 3 représente schématiquement 2 entailles ainsi que les connexions des faisceaux supérieurs avec le collecteur.

Soit r_s l'espacement de deux faisceaux voisins dans une entaille et soit r_β ce même espacement en fonction du nombre des divisions du collecteur.

On peut écrire

$$\frac{t_1}{r_s} = \frac{\frac{u_n}{2}}{r_\beta} \text{ ou } r_\beta = \frac{r_s u_n}{2 t_1} \text{ divisions du collecteur.}$$

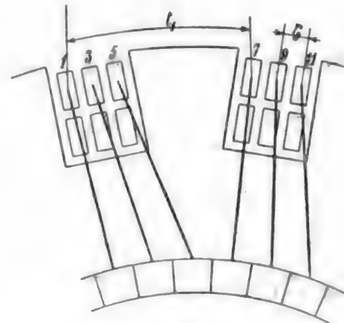


Fig. 3.

Si l'enroulement était uniformément réparti, l'espacement de deux faisceaux voisins serait équivalent à 1 lame du collecteur.

Supposons maintenant que les faisceaux 1 et 7 conservent à la surface de l'armature les positions respectives qu'ils auraient dans l'enroulement uniformément réparti et que les autres faisceaux soient déplacés :

de $\left(1 - \frac{r_s u_n}{2 t_1}\right)$ divisions du collecteur pour les faisceaux 3 et 9

et de $2\left(1 - \frac{r_s u_n}{2 t_1}\right)$ divisions du collecteur pour les faisceaux 5 et 11.

Si les enroulements en séries parallèles répondent aux conditions

$$\frac{p}{a} \text{ et } \frac{z}{a} = \text{nombre entier}$$

ou

$$\frac{a}{p} \text{ et } \frac{z}{p} = \text{nobmre entier}$$

l'irrégularité α_x est nulle.

Pour tous autres, il y aura toujours irrégularité.

Le calcul de α_x pour ces enroulements $\left(\frac{p}{a}\right.$ ou $\frac{a}{p}$ ou $\frac{z}{a}$ n'étant pas des nombres entiers) se comprendra mieux sur des exemples.

1er exemple $a < p, \frac{z}{a} =$ nombre entier

Le calcul d'une machine se présentant dans les conditions les plus favorables à la réalisation de l'enroulement conduit à $p = 6$ $a = 4$ $u_n = 4$.

$$k \doteq 404$$

D'après le tableau donné précédemment, on voit que $\frac{z}{a}$ peut être un nombre entier.

Nous choisirons, par conséquent, $k = 400$ $z = 200$.

Le pas du collecteur est alors

$$y_k = \frac{400 - 6}{6} = 66$$

Comme y_k, a et k ont 2 comme plus grand commun diviseur, l'enroulement est à double entrée.

Les connexions équipotentielles se calculent par la formule

$$y_p = x\, y_k \pm 1$$

et l'irrégularité par la formule

$$\alpha_x = \pm\left(1 - x\frac{a}{p}\right)$$

Le nombre des fermetures d'un système étant égal à

$a = 4$, nous devons avoir

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = p = 6$$

et nous obtenons ainsi

$$x_1 = 1 \qquad y_{p_1} = 1.66 + 1 = 67 \qquad \alpha_{x_1} = 1 - 1 . \frac{4}{6} = \frac{1}{3}$$

$$x_2 = 2 \qquad y_{p_2} = 2.66 + 1 = 133 \qquad \alpha_{x_2} = 1 - 2 . \frac{4}{6} = -\frac{1}{3}$$

$$x_3 = 1 \qquad y_{p_3} = y_{p_1} = 1.66 + 1 = 67 \qquad \alpha_{x_3} = 1 - 1 . \frac{4}{6} = \frac{1}{3}$$

$$x_4 = 2 \qquad y_{p_4} = y_{p_2} = 2.66 + 1 = 133 \qquad \alpha_{x_4} = 1 - 2 . \frac{4}{6} = -\frac{1}{3}$$

$$\Sigma x = 6 \qquad \Sigma y_p = k = 400 \qquad \Sigma \alpha_x = 0$$

La lame 1 est alors reliée avec les lames
$$\begin{cases} 1 + 67 = 68 \\ 68 + 133 = 201 \\ 201 + 67 = 268 \end{cases}$$

Les lames 1, 68, 201 et 268 sont reliées respectivement aux faisceaux 1, 135, 401, 535.

La figure 4_a représente les faisceaux en position dans les entailles; la figure 4_b montre la position des faisceaux pour un enroulement uniformément réparti sur l'induit.

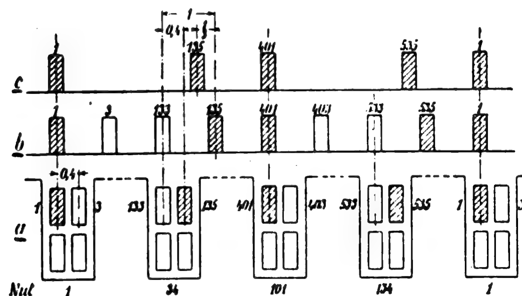


Fig. 4.

On a $\frac{k}{p} = \frac{400}{6} = 66\,2/3$

et $\frac{2\,k}{p} = 133\,1/3$

Les pas y_{p_1} et y_{p_3} sont donc trop grands de 1/3 de lame (ou division du collecteur) et les pas y_{p_2} et y_{p_4} trop courts de la même quantité.

Dans la figure 4 c, les faisceaux sont placés en des positions où leurs potentiels sont égaux

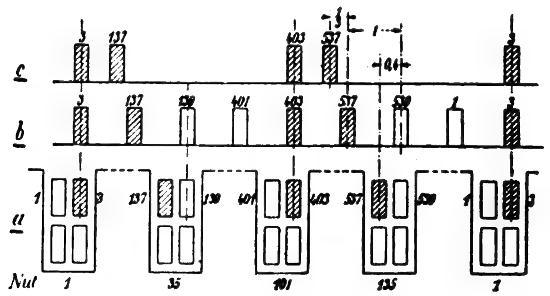


Fig. 5.

et, par conséquent, où il ne se produit pas d'irrégularité. Comme on l'a montré précédemment, la distance de deux faisceaux dans l'entaille, exprimée en fonction de la division du collecteur, équivaut à

$$\frac{r_s\, u_n}{2\, t_1} \text{ lames de collecteur}$$

et l'on peut, par suite, déterminer le déplacement de chaque faisceau par rapport à la position correspondant à l'égalité du potentiel.

Admettons que

$$\frac{r_1 u_n}{2 t_1} = 0{,}4$$

L'irrégularité des faisceaux 135 et 535 sera alors égale à

$\alpha_n = 1 - \frac{1}{3} - 0{,}4 = 0{,}27$ d'une division du collecteur

ou en degrés

$$\alpha_n{}^{\circ} = \mathbf{a}\,\frac{360}{\mathbf{k}}\,\alpha_n = 4 \,.\, \frac{360}{400} \,.\, 0{,}93 = 3{,}35^{\circ}$$

C'est là la limite admissible.

Nous voyons ainsi que la plus faible irrégularité n'atteint que 0,97° si l'on part d'un faisceau situé en haut à gauche dans l'entaille et en débutant avec le plus petit pas $2\,\mathbf{y}_{p1} = 134$.

Il faut encore remarquer que **a** et **p** ayant 2 comme plus grand commun diviseur et **z** étant

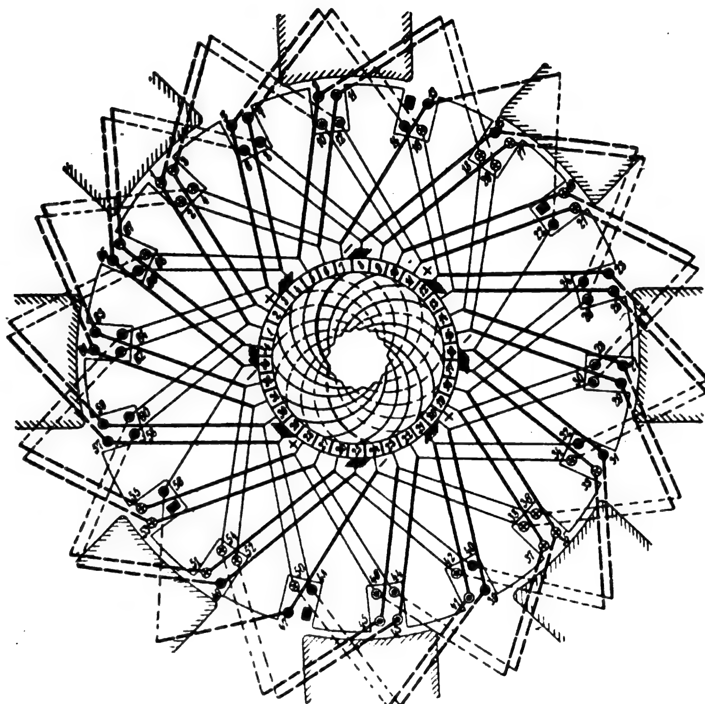


Fig. 6.

ou en degrés,

$$\alpha_n{}^{\circ} = \mathbf{a}\,\frac{360}{\mathbf{k}}\,\alpha_n = 4 \,.\, \frac{360}{400} \,.\, 0{,}27 = 0{,}97^{\circ}$$

Comme on le verra plus loin, cette irrégularité est très admissible.

Si nous relions maintenant les lames 2, 69, 202 et 269 à un système de compensation, c'est-à-dire par des connexions équipotentielles, les faisceaux induits intéressés sont alors 3, 137, 403, 537. Les positions de ces faisceaux sont représentées par les figures 5 **a**, 5 **b**, 5 **c** dont les significations respectives sont les mêmes que celles envisagées pour le système précédemment étudié.

L'irrégularité des faisceaux 137 et 537 a pour valeur

$$\alpha_n \,.\, 1 + \frac{1}{3} - 0{,}4 = 0{,}93$$

divisible par 2, deux points d'un système équipotentiel ont exactement le même potentiel.

Ainsi dans les figures 4 et 5, les faisceaux 1 et 401 d'une part et 3 et 403 d'autre part, sont exactement au même potentiel.

2° *exemple*. — $\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{p}}$ est égal à un nombre entier ainsi que $\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{p}}$.

Prenons $\mathbf{a} = 6$ $\mathbf{p} = 3$ $\mathbf{k} = 48$ $\mathbf{u}_n = 4$ $\mathbf{z} = 24$.

Le pas du collecteur est

$$\mathbf{y}_k = \frac{\mathbf{k} \pm \mathbf{a}}{\mathbf{p}} = \frac{48 - 6}{3} = 14$$

a, **k** et $\mathbf{y}_k$ ayant 2 comme plus grand commun diviseur, l'enroulement est à double entrée.

On a

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 3$$
$$x_1 = x_3 = x_5 = 1$$
$$x_2 = x_4 = x_6 = 0$$
$$y_{p_1} = y_{p_3} = y_{p_5} = 1.14 + 1 \cdot \frac{6}{3} = 16$$
$$y_{p_2} = y_{p_4} = y_{p_6} = 0$$

Les lames reliées à un système équipotentiel sont, par exemple : 1, 17, 33 correspondant aux faisceaux $1, 1 + 2\,y_p = 33, 33 + 2\,y_p = 65$, appartenant au même enroulement.

Les faisceaux sont espacés l'un de l'autre de 8 entailles et ont des positions symétriques dans le champ; par suite $\alpha_n = o$.

Les pas

$$y_{p_2} = y_{p_4} = y^p_6 = 0$$

signifient que des faisceaux occupant la même entaille doivent être reliés ensemble.

Le pas $y_p = o$ donne, entre les 2 faisceaux situés l'un à côté de l'autre dans une entaille, l'irrégularité

$$\alpha_p = \frac{r_s\, u_n}{2\, t_1},$$

Pour $\frac{r_s\, u_n}{2\, t_1} = 0{,}4$ on a

$$\alpha_n{}^\circ = p\,\frac{360}{k}\,\alpha_n = 3 \cdot \frac{360}{48}\,0{,}4 = 9^\circ$$

Cette irrégularité est beaucoup trop grande pour que la connexion entre faisceaux voisins puisse être établie.

3e *exemple* (fig. 6). — Soit $p = 4$ $a = 2$ et $u_n = 4$. La table montre que, pour ces valeurs, la condition $\frac{z}{a} =$ nombre entier ne peut être remplie sans moyens détournés. On arrive à y satisfaire en introduisant : $2a = 4$ faisceaux fictifs.

Prenons $s = 68$ et $k = 34$. Le nombre total des faisceaux induits, y compris ceux introduits à titre fictif est alors $2.\ 34 + 4 = 72$ et le nombre d'encoches est $\frac{72}{4} = 18$; par suite, $\frac{z}{a} = \frac{18}{2}$ est bien maintenant un nombre entier. On choisit la position des faisceaux fictifs de façon à les répartir uniformément sur l'armature.

Les faisceaux induits semblablement situés des deux groupes se trouvent dans le même champ et l'enroulement est devenu parfaitement symétrique par suite de l'augmentation du nombre des entailles.

Comparaison des valeurs de $\alpha_n{}^\circ$ pour des machines exécutées.

Le tableau ci-après renferme les valeurs calculées de $\alpha_n{}^\circ$ pour un certain nombre de machines construites.

Les machines 14 et 15 comportant respectivement des irrégularités du pas de 4, 4 et 5,1 degrés ont donné lieu, en service, à de forts courants internes. La puissance dissipée de ce fait atteignit 80 0/0 des pertes totales dans le fer; la commutation était néanmoins satisfaisante.

N°	p	a	k	z	u_n	$\frac{p}{a}$	$\frac{z}{a}$	$\frac{p_s\, u_n}{2\, t_1}$	Irrégularité.		Observations.
									$\alpha_n{}^\circ$ max.	α_n max.	
1	6	3	609	203	6	gz	kgz	0,4	1,2	2,13	
2	6	2	490	245	4	gz	kgz	0,35	0,65	0,95	
3	6	3	651	217	6	gz	kgz	0, 4	1,2	2	
4	5	2	303	303	2	kgz	kgz		0,2	0,48	
5	5	3	412	412	2	kgz	kgz		0,4	1,05	
6	3	2	236	118	4	kgz	gz	0,5	0,83	2,55	
7	3	3	285	95	6	gz	kgz	0,3	1,4	5,3	Fonctionnement délicat.
8	4	2	366	183	4	gz	kgz	0,3	0,7	1,38	
9	6	3	795	265	6	gz	kgz	0,3	1,4	1,9	
10	4	2	238	119	4	gz	kgz	0,55	0,45	1,35	
11	4	2	422	141	6	gz	kgz	0,5	1,0	1,7	1 barre fictive dans 2 entailles.
12	4	2	342	171	4	gz	kgz	0,4	0,6	1,26	
13	6	2	776	259	6	gz	kgz	0.5	1,0	0,95	1 barre fictive dans 2 entailles.
14	2	2	164	55	6	gz	kgz	0,5	1,0	4,4	» »
15	2	2	140	47	6	gz	kgz	0,5	1,0	5,1	» »
16	3	3	213	71	6	gz	kgz	0,3	1,4	7,1	A modifier.

La dernière machine n° 16 exigeait une modification indispensable, les courants internes produisant un échauffement anormal; l'irrégularité y était de 7,1°.

Les symboles **gz** et **kgz** employés dans les colonnes relatives à $\frac{p}{a}$ et à $\frac{z}{a}$ signifient que ces quantités sont soit des nombres entiers (**gz**) soit des nombres fractionnaires (**kgz**).

Nombre des connexions équipotentielles.

Il n'est pas nécessaire de réunir toutes les lames à des connexions équipotentielles, bien qu'il y ait intérêt, au point de vue de l'égalisation des courants de commutation, à employer le plus grand nombre possible de celles-ci.

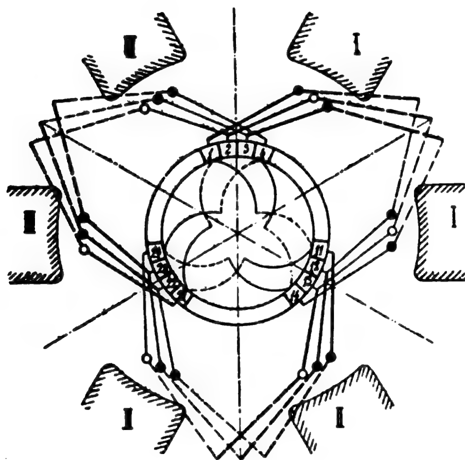


Fig. 7.

Dans la plupart des cas on obtient un résultat satisfaisant en reliant simplement aux systèmes équipotentiels le 1/3, le 1/4, le 1/5 ou le 1/10 (et quelquefois moins encore) des lames.

Avec les enroulements en séries parallèles les faisceaux des enroulements en tambour se répartissent sous tous les pôles, de sorte que sous chacun de ceux-ci se présente un faisceau induit; on sait aussi que le parcours de **p** sections consécutives correspond à une progression de **a** lames sur le collecteur.

Par suite, même quand les champs diffèrent sous les pôles, on a la même force électromotrice induite dans chaque groupe de **p** sections. Si donc, à l'aide de connexions équipotentielles, on vient à coupler en opposition les sections par groupes de **p** en réunissant chaque **a**^{me} lame à une connexion équipotentielle, les inégalités ne pourront produire aucun courant de circulation, tandis que l'action favorable des connexions équipotentielles subsistera quant à la commutation.

La figure 7 est relative à une partie d'enroulement ondulé caractérisé par

$$p = 3 \quad a = 3 \quad y^k = 11 \quad k = 3.11 - 3 = 30$$
$$y_{p_1} = y_{p_2} = y_{p_3} = 1.11 - 1 = 10.$$

Partant de la lame 1 on arrive, après un tour sur l'induit, à la lame $1 + a = 4$ et, après un autre tour, à la lame $4 + a = 7$.

Le tracé figuré par les connexions équipotentielles (fig. 8) est

1 — 12 — 23 — 4 24 — 13 — 2 — 21 — 1

et comprend **p** sections opposées à **p** sections dont les forces électromotrices s'équilibrent même avec des champs inégaux sous les divers pôles.

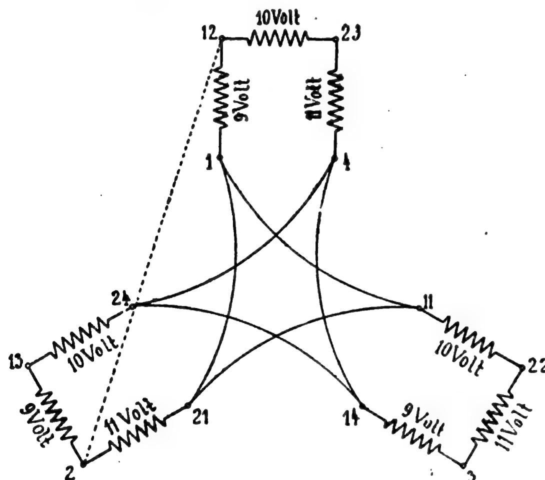


Fig. 8.

C'est là un avantage essentiel des enroulements en séries parallèles sur les enroulements imbriqués; il subsiste encore si $a = p$, c'est-à-dire lorsque l'enroulement imbriqué est immédiatement réalisable.

Si l'on ne veut pas relier seulement les lames de **a** en **a** (1 — 11, 4 — 14), mais toutes les lames (1 — 11, 2 — 12) on couple les bobines 1 — 12 (9 volts) et 2 — 12 (11 volts) en opposition; il en résulte des courants de circulation qui tendent à égaliser les flux.

Une compensation analogue n'est pas possible avec les enroulements imbriqués.

Eu égard à l'équilibrage de l'induit, par exemple pour les turbo-dynamos où cette considération est primordiale, il est très désirable d'éviter les attractions magnétiques résultantes unilatérales dues aux inégalités des champs. Il importe alors de choisir le nombre des connexions équipotentielles de façon que les inéga-

lités des champs soient compensées par des courants internes.

Résumé.

La réalisation d'un grand nombre de machines avec enroulements en séries parallèles a prouvé les avantages et la sécurité de fonctionnement des machines de ce genre à condition de recourir aux connexions équipotentielles.

Ces enroulements exigent, par contre, une étude sérieuse quoique facile, au point de vue de la symétrie et de l'irrégularité permise dans le choix du pas de ces connexions. En observant les règles déterminées plus haut, on assurera, en tous les cas, un fonctionnemont parfait de la machine. L'incertitude rencontrée dans les premières tentatives d'application des enroulements en séries parallèles est ainsi évitée et les constructeurs ont en mains tous les moyens d'en utiliser les avantages sur les enroulements imbriqués classiques et d'utiliser les facilités qu'ils offrent au point de vue de la simplification de la construction.

D'après le professeur E. Arnold, E. T. Z. du 5 juillet 1906.

E.-J. Brunswick.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DES LIGNES ET DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

(Suite et fin) (1)

§ 7. APPAREILS RAPIDES

Appareil Siemens et Halske. — Nous allons étudier succinctement quelques appareils qui donnent des rendements supérieurs au Baudot et examiner quelles sont les qualités spéciales qui leur assurent leur supériorité.

L'appareil Siemens est composé essentiellement, au départ, d'un distributeur faisant 2000 tours à la minute, soit environ 33 par seconde, et envoyant à chaque tour les courants nécessaires à la formation d'une lettre. 12 courants combinés 2 à 2 servent à former les différentes lettres, sous cette réserve que 2 courants ne pourront se succéder qu'à un intervalle de 1/6 de tour. Donc la durée d'un signal devra être au plus de

$$\frac{1}{6 \times 33} = \frac{1^s}{200} = 0{,}005 \text{ seconde.}$$

(1) Voir l'*Electricien* nº 812, 21 juillet 1906, p. 33; nº 813, 28 juillet, p. 54; nº 814, 4 août, p. 77; nº 819, 8 septembre, p. 149; nº 820, p. 168; nº 821, p. 186; nº 822, p. 203; nº 826, p. 257 et nº 827, p. 275.

Les deux courants qui forment une lettre sont de polarités différentes. Ils agissent à l'autre extrémité de la ligne sur un relais qui, à l'arrivée du premier, charge un condensateur et le décharge sous l'influence du deuxième. Cette décharge produit une étincelle très brillante, devant un disque perforé suivant la forme des lettres de l'alphabet, et la lettre correspondante s'imprime sur une bande de papier photographique.

Voyons, au point de vue électrique, comment la durée d'un signal peut être réduite à 0,005 s. Le récepteur a une self très faible 0,14 h et une résistance de 200 ohms, la constante de temps est donc très faible 0,0007 s. Sur les lignes en cuivre ou en fer dont nous avons parlé plus haut, la durée du signal serait réduite respectivement à :

$$0^s{,}0037 + 0^s{,}0005 = 0^s{,}0042$$
$$0^s{,}0021 + 0^s{,}0005 = 0^s{,}0026$$

On voit donc que la durée de 0,005 s pour un signal n'a rien d'extraordinaire et peut être réalisée grâce à la faible self-induction du récepteur.

Aux essais, on a constaté que l'appareil fonctionnait bien sur des lignes de 400 km en fer et de 600 km en cuivre. Cette différence est bien d'accord avec l'avantage que nous avons reconnu aux lignes en cuivre, à cause de leur moindre self-induction. Mais il semble que ces longueurs-limites sont un peu faibles, et qu'on pourrait atteindre la vitesse indiquée même avec des lignes plus longues. Mais ici intervient le phénomène de l'induction des fils voisins. La self du récepteur étant très faible, les courants d'induction sont beaucoup plus intenses et, pour se mettre à l'abri des troubles qu'ils produisent, on est probablement obligé d'employer des courants de travail plus intenses et de réduire la vitesse. Il y a peut-être lieu également de tenir compte du fonctionnement mécanique du relais dont l'armature ne peut dépasser une certaine vitesse.

Les inventeurs déclarent que l'appareil fonctionnerait avec la même vitesse sur des lignes très longues, 1000 km par exemple, à la condition de prendre des fils de plus gros diamètre pour diminuer leur résistance. Cette affirmation n'est peut-être pas correcte, car nous avons vu que la résistance n'influe pas sur la durée du régime variable. Mais pour une ligne de cuivre de 1000 km on aurait :

$$\theta = \sqrt{CL} = 0^s{,}0042$$
$$\theta_1 = 0^s{,}0042 + 0^s{,}0005 = 0^s{,}0047$$

et sans faire intervenir la résistance, on conçoit que l'appareil puisse fonctionner dans les mêmes conditions de vitesse.

Enfin l'appareil ne peut atteindre la même rapidité de fonctionnement sur les lignes souterraines. Ceci est bien naturel, étant donné leur forte capacité.

Si nous comparons cet appareil avec le Baudot, nous avons vu qu'on pouvait transmettre 137 si-

gnaux sur une ligne de 500 km. Ceci correspond à 27 lettres par seconde Nous ne sommes pas bien loin du rendement du Siemens et nous croyons que ce rendement pourrait être atteint en ajoutant au besoin une résistance au récepteur et en choisissant des appareils ayant une self-induction aussi faible que possible.

Appareil Rowland. — Dans l'appareil Baudot, nous avons vu que la part de l'appareil dans la durée du signal est prépondérante. Dans le Siemens, elle est presque négligeable. On peut imaginer d'autres dispositifs dans lesquels le récepteur n'intervient plus par ses qualités électriques. Tel est l'appareil Rowland. Cet appareil fonctionne au moyen de courants alternatifs d'une fréquence de 100 périodes environ à la seconde. Les lettres sont formées par un groupe de 11 demi-périodes consécutives, dont certaines sont supprimées. Dans ces conditions, il circule sur la ligne et dans l'appareil un courant alternatif dont la fréquence ne peut être modifiée par leurs qualités électriques. On n'est limité, comme vitesse de transmission, que par l'inertie mécanique du relais récepteur.

Le système donne 19 lettres à la seconde, il ne paraît pas plus avantageux que le Baudot. Mais il peut être monté en duplex.

Autres appareils. — L'avenir de la télégraphie rapide paraît donc résider dans la diminution de l'importance du récepteur, soit par la réduction de sa constante de temps, systèmes Baudot et Siemens, soit par sa suppression complète au point de vue électrique, système Rowland à courants alternatifs.

Nous croyons opportun de rappeler que dès le début de la télégraphie on avait cherché une solution du problème dans les appareils chimiques. Il semble qu'il y a là une question réellement intéressante, car la suppression de tout électro-aimant à la réception supprime le retard propre à l'appareil et réduit la durée du signal à celle du régime variable sur la ligne, c'est-à-dire à une quantité réellement très faible.

§ 8. LIGNES A FORTE SELF-INDUCTION

Pour terminer cette étude il ne sera pas sans intérêt de parler des améliorations qu'on peut apporter aux lignes elles-mêmes. Dans le cas des lignes aériennes, il ne semble pas qu'il soit possible de réduire la durée de la période variable en modifiant les constantes électriques. Il faudrait réduire la capacité ou la self-induction. La première de ces quantités a une valeur à peu près indépendante de la nature du fil, la deuxième paraît atteindre son minimum avec les lignes en cuivre.

Mais pour les lignes souterraines et surtout pour les lignes sous-marines on peut arriver à augmenter leur rendement. Nous avons vu que pour ces lignes la self-indution pouvait être considérée comme négligeable, cela signifie que la quantité

$$\delta = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

est très petite.

Dans ces conditions la durée de la période variable est égale à

$$T = 0{,}4\ CR.$$

Prenons un câble analogue à celui qui relie Marseille et Alger. On a

$$C = 160 \text{ microfarads}$$
$$R = 5000 \text{ ohms}$$
$$0{,}4\,CR = 0^{s},32$$

Augmentons artificiellement la self-induction, de sorte que la quantité $\frac{L}{C}$ soit égale à 10^6. Il suffira que la self par unité de longueur exprimée en henrys, soit égale à la capacité exprimée en microfarads. On aura dans ce cas :

$$\delta = \frac{2\pi}{5} = 1{,}25$$
$$C = 120 \text{ microfarads}$$
$$L = 120 \text{ henrys}$$
$$0 = \sqrt{CL} = 0^{s},12.$$

La valeur δ sera suffisante pour que la ligne puisse fonctionner à la manière d'une ligne aérienne. La durée de la période variable sera près de trois fois plus courte. Toutes choses restant égales, et en supposant que la vitesse de transmission soit indépendante des appareils, on pourra tripler le rendement.

Si on prend un câble beaucoup plus long, le calcul montre que l'avantage, encore très sensible, serait un peu moins grand. Ainsi pour un câble analogue à celui de Brest au cap Cod on a actuellement

$$C = 1500 \text{ microfarads.}$$
$$R = 6000 \text{ ohms}$$
$$T = 0{,}4\ CL = 3{,}6 \text{ secondes.}$$

On aurait après augmentation de la self induction

$$C = 1500 \text{ microfarads}$$
$$L = 1500 \text{ henrys}$$
$$0 = \sqrt{CL} = 1{,}5 \text{ seconde}$$

Le rendement se trouverait doublé.

On voit par là que l'augmentation de la self-induction des lignes sous-marines est un problème qui présente le plus grand intérêt. Une solution a été trouvée, depuis longtemps, dans l'emploi des bobines Pupin. Mais les difficultés d'installation de ces bobines ont jusqu'ici retardé l'adoption de ce procédé, qui donnerait, suivant toute vraisemblance, un rendement de deux à trois fois plus grand que les lignes actuelles.

Conclusion. — Arrivé au terme de cette étude qui nous a entraîné, malgré notre désir d'être bref, dans des considérations et des détails qui

ont un peu masqué son but, nous pensons utile de faire un retour en arrière et de résumer succintement les résultats auxquels nous sommes parvenu.

Nous avons toujours eu en vue de chercher à connaître les conditions de fonctionnement des lignes et des appareils télégraphiques, de déterminer la part que chacun d'eux avait dans la formation des signaux et par conséquent dans la rapidité de la transmission, enfin de tâcher de savoir dans quel sens il convenait de modifier les lignes et les appareils actuellement connus pour arriver à un meilleur rendement et à une meilleure exploitation.

Nous avons commencé par faire une étude détaillée des appareils et des lignes au point de vue de leurs constantes électriques et nous y avons été contraints parce que des renseignements précis sur ce sujet nous faisaient totalement défaut. Nous avons reconnu que les appareils pouvaient se réduire à une self-induction et à une résistance, que leur capacité était trop faible pour intervenir dans les phénomènes de transmission. Pour les lignes, nous avons dû, tout d'abord, mesurer leur capacité et leur self-induction, car les chiffres que nous possédions, surtout pour la self-induction, étaient absolument insuffisants. Nous avons en passant montré, à propos de la résistance, quelles étaient les perturbations que créaient sur les fils télégraphiques les courants telluriques, les dérivations provenant des installations industrielles et l'induction des conducteurs voisins. Nous avons reconnu que l'induction était surtout de nature électrostatique pour les lignes aboutissant à Paris et provenait principalement de la partie souterraine L'expérience et le calcul nous ont conduits à reconnaître que les courants d'induction étaient considérablement réduits, en pratique, pour la self-induction des appareils de réception, tellement qu'ils étaient à peu près négligeables pour les appareils du genre Morse ou Hughes.

Nous avons ensuite entrepris l'étude de la propagation du courant. Le régime variable sur la ligne ne dépend que de la capacité et de la self-induction et sa durée diminue avec elles. Quand on introduit un appareil, la durée du régime variable est inférieure à la somme de celles qui correspondent à la ligne et au récepteur et généralement très inférieure même à celle du récepteur seul.

Enfin nous avons conclu, au point de vue de la vitesse de transmission, qu'il y avait intérêt à réduire la self-induction des récepteurs et à ne pas exagérer celle de la ligne. Dès que, pour la ligne, on est arrivé à une valeur suffisante pour qu'un certain coefficient δ, dont nous avons donné l'expression, soit voisin de l'unité, un nouvel accroissement de la self ne peut que retarder la transmission. Mais il est toujours avantageux d'augmenter la self sur les lignes, qui comme les câbles souterrains et sous-marins, en sont manifestement insuffisamment pourvues et l'utilité des procédés qui introduisent sur les lignes des bobines en série ou augmentent sa perméabilité magnétique par une enveloppe de fer autour du conducteur de cuivre semble pleinement démontrée.

Ce travail paraîtra probablement bien imparfait et bien incomplet. On y relèvera peut-être même des erreurs. Nous faisons appel à toute l'indulgence du lecteur! C'est la première fois qu'on essaye une étude expérimentale de ces questions et comme les problèmes sont nombreux, divers et compliqués, il n'est guère surprenant que la solution n'ait pas été entrevue dès la première tentative.

Nous avons d'ailleurs hésité, avant de livrer à la publicité des résultats qui ne sont peut-être pas très solidement établis. Mais comme la théorie s'est montrée jusqu'ici insuffisante pour renseigner les chercheurs, nous avons pensé que nous pouvions faire œuvre utile en montrant la voie dans laquelle on pouvait s'engager et les premiers résultats auxquels on parvient, qui suffisent largement à récompenser de la peine qu'on a prise. C'est, en somme, moins ce que nous avons fait que ce qu'on peut faire, que nous avons eu l'intention d'exposer. Nous serons trop heureux si nous avons pu donner à quelques professionnels le goût de ces recherches. La théorie peut aussi y trouver avantage et connaissant mieux les facteurs qui interviennent dans le problème, elle aura peut-être plus de facilité à en trouver la solution.

DEVAUX-CHARBONNEL.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE

SUR LES CHEMINS DE FER EN AMÉRIQUE

(Suite) (1)

D'après une publication de la société Westinghouse, la dépense d'entretien moyenne par voiture motrice et par an, calculée sur 20 tramways souterrains, suspendus, etc., comptant 7684 voitures motrices et 157 059 186 voitures-mille serait de 107 dollars, et celle d'entretien des centrales et des voitures, de 255 dollars par voiture et par an, soit le 1/3 de celle relevée pour des réseaux à vapeur.

Mais, dans cette évaluation, il a été tenu compte des résultats obtenus sur des tramways, ce qui fait perdre de sa valeur à la comparaison. Cette société se basant sur les résultats obtenus avec des voitures motrices de 150 ch et appliquant la règle ordinaire suivant laquelle la dépense d'entretien des locomotives augmente avec la puissance de la

(1) Voir l'*Electricien*, n° 827, 3 novembre 1906, p. 278.

machine, évalue à 5000 fr par an, les dépenses pour une locomotive électrique de 1500 ch.

Elle cite l'exemple d'une compagnie où la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur a fait tomber les dépenses d'exploitation de 13,2 à 9,5 0/0 par voiture-mille.

De tout ceci il résulte, comme il a été dit plus haut, que dans la question de traction électrique sur les chemins de fer, les estimations doivent porter sur la comparaison entre le surcroît de dépense qu'entraîne, d'une part, la substitution de l'électricité à la vapeur, et, d'autre part, l'acquisition de nouveaux terrains pour la construction de voies supplémentaires. On fera, de cette façon, la part très large à la traction à vapeur et si, bien qu'on n'ait ainsi tenu compte que d'une part des avantages de l'électricité, on arrive à une conclusion qui ne soit pas en défaveur de cette dernière, on peut l'adopter avec la plus grande certitude d'un plein succès.

Le problème se résoudra généralement en faveur de l'électricité dans les cas de lignes de transport souterraines, suspendues, desservant des districts très peuplés ou comportant des rampes prononcées. Pour les chemins de fer parcourant un tunnel et pour les sections urbaines, en plus d'une économie sensible dans les frais d'installation, on réalisera un grand avantage par la suppression de la fumée.

Ce raisonnement s'applique aussi bien aux lignes européennes qu'aux lignes américaines. Dans la plupart des grands centres, le trafic a pris des proportions telles que la pose de nouvelles voies est indispensable, mais les dépenses d'expropriation, d'achat de terrains, etc., sont si élevées que l'on ne peut s'y décider qu'à grand'peine.

Un corollaire de la proposition ci-dessus, est qu'il n'y a pas un intérêt bien démontré à envisager la traction électrique pour les lignes à vapeur existantes où le trafic est peu intense; dans ce cas, des automotrices à vapeur rendraient, avec moins de frais, les mêmes services que la traction électrique.

Par contre, il va de soi que, dans les pays neufs, le problème se présente dans des conditions toutes différentes. Là, on bénéficie des avantages de l'électricité dans toute leur étendue : on réalise un service confortable, on facilite le mouvement des convois, on réduit les dépenses d'entretien et de réparation, on améliore le contrôle des trains.

Les dépenses de combustible et de main-d'œuvre notamment sont beaucoup moindres qu'elles ne pourraient l'être avec la vapeur; par le seul fait que la machine ne consomme aucune énergie aux arrêts, on s'assure une économie importante. Les manœuvres sont beaucoup plus simples, plus rapides, moins coûteuses, parce que les démarrages sont plus aisés et que l'automotrice peut être mise en service indifféremment de l'un ou de l'autre côté.

Le service, d'ailleurs, est meilleur et l'on peut n'en prendre pour témoignage que l'accroissement important du trafic constaté sur toutes les lignes électriques.

Il était naturel que la traction électrique fût d'abord appliquée sur les réseaux urbains, sur les chemins de fer suspendus, notamment, car c'était sur ceux-là que devaient se faire le plus vivement sentir les inconvénients de la traction à vapeur. Mais on ne s'est pas arrêté là; la méthode a été étudiée pour les chemins de fer interurbains, bien que les capitaux considérables dépensés pour l'établissement de ceux-ci et consacrés au matériel roulant s'opposassent à un renouvellement immédiat du système d'exploitation.

Comme l'on s'en souvient, les premiers essais de traction électrique sur les chemins de fer à fort trafic furent effectués au moyen du matériel électrique dont on disposait déjà et dont on faisait usage pour les services légers.

Le système à courant continu, qui d'ailleurs a rendu de grands services, ne put cependant être employé que moyennant des dispositions complémentaires assez nombreuses. En raison des grandes distances auxquelles le courant devait être transmis, il était nécessaire, en effet, que la transmission fût faite par courant alternatif et, par conséquent, que des sous-stations fussent installées pour transformer cet alternatif en continu aux points d'alimentation.

D'un autre côté, les convois nécessairement beaucoup plus lourds que ceux organisés sur les réseaux urbains, demandaient une puissance telle que le trolley aérien ne pouvait la leur fournir; ainsi se substitua la méthode du 3e rail à celle de la ligne aérienne.

Ces deux perfectionnements, qui sont les principaux, n'ont cependant pas fait disparaître certains inconvénients, dus au rendement assez faible des sous-stations et, surtout, à la perte en ligne considérable.

Pour réduire cette perte, il fallait diminuer l'intensité du courant, et partant, augmenter la tension; on songea à dépasser 500 volts et l'on est arrivé à 1000 et 1500 volts.

La tension de 1500 volts est certainement admissible en courant continu.

M. Thury a réalisé des machines fonctionnant à 3000 volts et cette tension est couramment atteinte aux Etats-Unis. Mais il convient de ne pas perdre de vue que ces engins sont des appareils à intensité constante, tandis que pour la traction il en faut à tension constante, ce qui complique singulièrement la construction.

Un tel appareil (qui, pour la traction, a l'une de ses bornes à la terre, ce qui rend le fonctionnement plus difficile et impose d'isoler soigneusement le bâti) peut être sujet à des défectuosités graves, parce que le potentiel augmente parfois de manière à donner un courant excessivement in-

tense. Mais, fût-elle même rendue pratique, cette tension n'aurait augmenté que bien faiblement la limite praticable avec le courant continu.

D'ailleurs, les appareils transformateurs rotatifs et moteurs générateurs s'accommodent mal de ces tensions élevées. Les effets des courts-circuits, qui sont très graves déjà avec les tensions ordinaires, s'accentueraient et donneraient lieu à des perturbations préjudiciables, susceptibles de se répercuter sur les machines voisines de celle en défaut; ils seraient d'autant plus désastreux que leur renouvellement serait fréquent.

On a donc cherché le moyen d'alimenter directement les voitures en courant alternatif.

Cette méthode est effectivement fort engageante, car la transformation dans les sous-stations, triple ou double, avec le continu, y devenait simple et effectuée au moyen d'appareils statiques dont le rendement atteint aisément une valeur très élevée.

L'alternatif présentait d'ailleurs encore cet autre avantage de permettre le retour à la prise de courant par fil aérien.

Au début on trouva, toutefois, que le moteur alternatif ordinaire ne se prêtait pas à l'actionnement d'une voiture de tramway, et la première idée fut de transformer l'alternatif en continu sur la voiture même. Ce procédé, préconisé sous diverses formes par Léonard en Amérique, par Mayen et la société Oerlikon, en Europe, déplaçait donc simplement la sous-station de transformation; il réduisait les pertes en ligne, mais comportait le remplacement de la sous-station fixe par des sous-stations mobiles, à rendement nécessairement beaucoup plus bas que celui d'une grande sous-station.

D'ailleurs, la seule forme de courant pratiquement utilisable devenait l'alternatif simple, de telle sorte que le groupe de transformation ne pouvait être qu'un groupe alterno-moteur-générateur.

Encore, l'alterno-moteur ne pouvait-il être un moteur synchrone, car les interruptions fréquentes du circuit d'alimentation empêchent l'emploi d'appareils de ce genre.

On en arrivait ainsi à l'adoption du moteur monophasé à induction et, pour que l'installation fût aussi peu compliquée que possible, il fallait employer un type à grande vitesse, alimenté, autant que possible, à la tension normale de la ligne du trolley.

La nécessité de satisfaire à ces deux desiderata venait, d'autre part, accentuer singulièrement les imperfections de l'appareil : incapacité de démarrer, ce qui conduit à maintenir le moteur en mouvement d'une manière permanente; rendement peu élevé et, par suite, poids considérable; absorption d'un courant très intense à vide.

En Amérique, on adopta, pour la fréquence 25, deux vitesses principales : de 1500 tours à la minute, avec appareil bipolaire, et de 750 avec tétrapolaire. Le moteur étant couplé directement au générateur, la vitesse supérieure eût été naturellement préférée, en raison du poids moindre de la dynamo, si cette grande rapidité de rotation ne s'était opposée, par suite notamment des difficultés de la commutation, à la construction d'un bon générateur ayant la puissance voulue (laquelle peut atteindre jusqu'à 2000 chevaux).

Pour cette raison, la vitesse inférieure devenait préférable; d'ailleurs, quoiqu'elle correspondît à des dimensions plus fortes du groupe, elle n'augmentait guère le poids (54 000 livres au lieu de 47 000 pour un moteur de 750 kw), ni le prix de l'ensemble et rendait la commande plus aisée.

Quand le train ne doit fonctionner que sur un réseau alternatif, les appareils de commande se simplifient du chef de la suppression à peu près complète des appareils de contrôle du côté continu. On règle facilement, en effet, la vitesse des moteurs en modifiant la tension du courant qui leur est fourni.

Cette variation s'effectue en agissant sur l'excitation du générateur, mais elle rend indispensable l'emploi d'une dynamo à excitation indépendante, car un générateur à auto-excitation ne se prête guère aux variations nécessaires.

C'est cette élasticité de réglage qui constitue l'avantage principal du système à moteur-générateur. Il en possède un autre, en commun avec le système polyphasé; c'est la possibilité de restituer à la ligne, dans les descentes, une certaine quantité d'énergie, les moteurs fonctionnant alors comme générateurs et alimentant le groupe dynamo-moteur.

Cette disposition implique toutefois l'adjonction de dispositifs de réglage pour l'excitation des moteurs. A ce point de vue, la méthode à courant polyphasés est préférable. Le moteur à induction polyphasé fonctionne effectivement comme générateur une fois que la vitesse de synchronisme est dépassée. Si donc une locomotive descend une rampe avec le moteur en ligne, le convoi gagne en vitesse jusqu'à ce que le synchronisme soit atteint, et, à partir de ce moment, la ligne reçoit du courant au lieu d'en donner. Mais, de ce fait, la vitesse de synchronisme ne peut être que très faiblement dépassée; si on veut pouvoir accélérer la marche, il est nécessaire de mettre une résistance dans le circuit et la plus grande partie de l'énergie restituée est perdue.

Il suffit de se souvenir des caractéristiques des moteurs polyphasés pour comprendre ce qui en est. Le moteur polyphasé est caractérisé par la constance de la puissance absorbée, l'énergie consommée n'y varie pas avec la charge; elle est indépendante de celle-ci et tout se passe, quand la vitesse diminue, comme si on ralentissait par freinage, c'est-à-dire en absorbant le surplus de puissance en chaleur.

Pour remédier à cet inconvénient, on monte sur

chaque voiture plusieurs moteurs, que l'on relie, suivant les besoins, en tandem ou en cascade.

Mais la disposition n'a qu'une efficacité limitée, celle d'un engrenage intermédiaire.

D'un autre côté, par le fait de ce que la variation de vitesse de la pleine charge à la marche à vide est sensiblement la même, il résulte que le montage de plusieurs moteurs est difficile, car pour peu que les appareils ne soient pas en marche à une même vitesse, ils prennent des charges très différentes.

Sous le rapport de la construction, la maison Ganz a amélioré le moteur en faisant descendre la fréquence à 15 au lieu de 25. Du même coup, elle a réduit la perte en ligne, mais augmenté le poids des transformateurs.

Au système à courants polyphasés on fait le reproche très sérieux de demander l'emploi de deux lignes aériennes.

D'une manière générale, on peut dire que les courants polyphasés ne seraient avantageux que s'ils permettaient d'atteindre des tensions très élevées; or la proximité des fils de prise et des dispositifs divers rend l'équipement très difficile. C'est cependant avec ce système que l'Allgemeine Elektricitæts Gesellschaft et la maison Siemens-Halske ont obtenu les remarquables résultats que l'on sait sur la ligne de Marienfeld-Zossen.

La solution la plus avantageuse paraissait rester dans l'emploi du courant alternatif pur et simple, sans conversion

Les fig. 3 et 4 donnent les diagrammes d'essai d'une locomotive à courant alternatif simple de 136 tonnes, 1500 ch, remorquant un train de 1152 tonnes sur voie sablée (fig. 3) et sur voie non sablée (fig. 4). Le rapport d'engrenages est de 18 : 95 et le diamètre des roues de 1,51 m.

Les essais d'adaptation du moteur alternatif simple à la traction ne datent pas d'aujourd'hui. A l'étude de cette question se rattachent principalement les noms de Lamme, Finzi, Marius Latour, Wagner, Schuler, Winter et Eichberg.

On doit rappeler aussi la méthode d'Arnold, où le moteur alternatif, à répulsion ou synchrone, attaque directement les essieux, mais est aidé, au démarrage et en cas de surcharge, par des cylindres à air comprimé.

Si, pour d'autres usages, le moteur à répulsion est théoriquement supérieur au moteur alternatif série, c'est celui-ci qui convient le mieux pour la traction.

Ses qualités résultent de l'identité de ses caractéristiques avec celles du moteur à courant continu. Ce sont, outre le réglage de la marche au moyen de résistances inductives ou d'un transformateur à rapport de transformation variable, la possibilité de démarrer avec un couple maximum et la réduction que subit, par la self-induction, le courant d'arrêt.

La difficulté d'adapter le moteur-série au continu était plus dans la construction que dans la conception, car, au point de vue théorique, rien n'est modifié aux dispositions ordinaires.

Dans le système Lamme (Westinghouse) comme dans celui de Finzi, le courant alternatif est fourni à la ligne aérienne, qui ne comporte qu'un conducteur, soit à haute tension, directement alimenté par la centrale, soit à une tension moyenne, par l'intervention de transformateurs-réducteurs.

Le moteur n'est plus d'ailleurs alimenté directe-

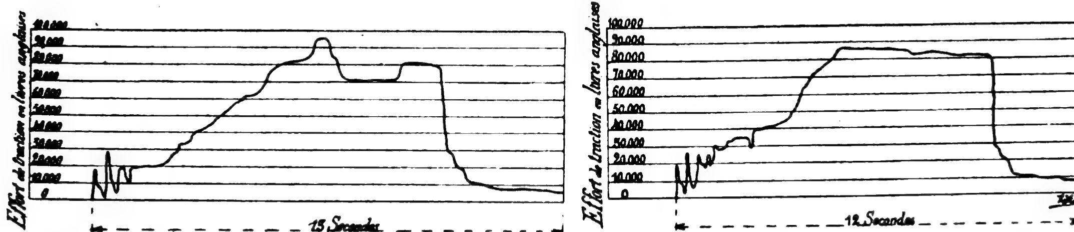


Fig. 3. — Diagrammes d'essai d'une locomotive à courant alternatif simple de 136 tonnes, 1500 ch, remorquant un train de 1152 tonnes sur voie sablée. Les freins sont appliqués aux quatre voitures de queue. — Rapport d'engrenages 18 : 95. Diamètre des roues : 60 pouces.

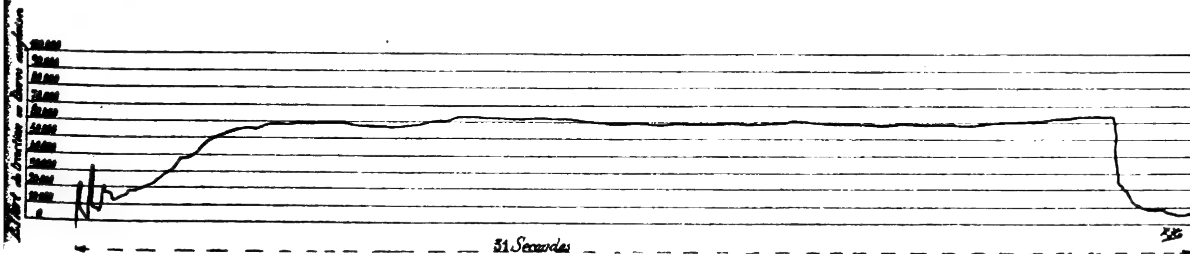


Fig. 4. — Diagramme d'essai de la même locomotive sur voie non sablée.

ment par la ligne; le courant lui est fourni par l'intermédiaire d'un transformateur statique qui sert également au réglage de la vitesse de marche et au maintien de la proportionnalité entre la puissance et la charge.

Le transformateur est divisé à cette fin en plusieurs sections, grâce auxquelles on peut faire varier la tension fournie au moteur entre limites étendues et avec le grand avantage, comparativement à ce qui a lieu avec le continu, que la réduction de tension n'implique aucune perte d'énergie.

Comme dans la méthode employant le moteur à induction et le moteur triphasé, le moteur peut restituer de l'énergie sur la ligne (ou dans un circuit local pour le freinage) au prix, il est vrai, de dispositifs supplémentaires, dont on a d'ailleurs bientôt récupéré le prix, par l'économie réalisée dans la consommation d'énergie et l'usure des sabots, lorsque les pentes sont longues.

Avec le courant continu, il n'y a que deux vitesses économiques correspondant l'une à la mise en parallèle, l'autre à la mise en série des moteurs (il est toutefois possible que des perfectionnements soient réalisés sous ce rapport).

Avec l'alternatif, il y a autant de vitesses que l'on veut : le nombre dépend de celui des tensions que l'on peut réaliser avec le transformateur et qui est choisi d'ordinaire suffisamment grand.

Il pourra se faire ainsi que le rendement moyen final de la locomotive soit supérieur à celui d'une machine à courant continu, bien que, comme on le verra plus loin, son appareillage soit plus pesant.

D'autres avantages, qui ont été signalés déjà dans l'exposé général, sont :

1° La très faible intensité du courant sur la ligne aérienne;

2° La basse tension dans les circuits de commande;

3° L'indépendance vis-à-vis du primaire à haute tension du circuit secondaire sur lequel sont montés les moteurs et les coupleurs.

4° La grande capacité de surcharge;

5° La possibilité de fonctionner sur des circuits continus.

D'un autre côté, le courant alternatif pourrait exercer sur les circuits télégraphiques et téléphoniques des effets très nuisibles, et quant au moteur alternatif, qui ne doit sa valeur qu'au soin exceptionnel apporté dans sa construction, il conserve les inconvénients suivants :

a) Son rendement est un peu moins bon;

b) Il y a dans la transformation une perte assez sensible;

c) Le poids est supérieur, notamment parce que la carcasse, n'intervenant pas dans le circuit magnétique, représente un poids mort (15 à 20 0/0 du moteur à courant continu); le tranformateur augmente également le poids de l'installation. Dans son ensemble l'équipement alternatif pèse de 5 à 10 0/0 de plus que le continu;

d) Le couple-moteur n'est pas uniforme pendant la rotation; ses pulsations pourraient agir défavorablement sur la voie et le matériel et faire reparaitre les phénomènes constatés avec les locomotives à vapeur.

La Société Westinghouse, qui s'est occupée de vérifier ce point, n'a pas reconnu le bien fondé de ce reproche;

e) Ces effets de self-inductance et de capacité des lignes sont tels que, dans la plupart des cas, une tension continue donnée correspond à une tension alternative 2 1/2 fois plus élevée. Une tension de 1500 en continu permettrait donc les mêmes transmissions que celui de 3800 en alternatif; mais 1500 est un maximum pour le premier système, tandis que 3800 n'en est nullement un pour le second; on est allé, en Suède, jusqu'à 18 000 volts, sur le conducteur de trolley.

La locomotive est aussi plus coûteuse; les moteurs sont en effet d'une construction spéciale qui en rend le prix élevé; il y a lieu de tenir compte encore du prix des transformateurs, ainsi que du dédoublement de certains accessoires lorsque la machine doit pouvoir fonctionner en continu comme en alternatif.

En alternatif le prix de la ligne de contact est également plus élevé; mais celui des feeders est moindre et il y a à peu près compensation entre ces deux postes.

Dans la nouvelle ligne de 41 km équipée par la Société Westinghouse entre New-York et Hartford la ligne de prise de courant, qui est quadruple, a coûté 27 000 doll., soit 81 800 fr par kilomètre, les conducteurs intervenant dans cette dépense pour 1/7 seulement.

Par contre, le nombre des sous-stations est sensiblement réduit (il peut même ne pas y en avoir) et leur équipement, de beaucoup restreint.

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE

L'Electricité à l'Exposition de Liége, 1905, par J.-A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de l'*Electricien*, avec une introduction de M. E. Sartiaux, président du Comité français du groupe V à l'Exposition de Liége.

Un vol. gr. in-8° de xxx-506 pages, avec 238 fig. Prix broché : 18 fr (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris.

Ce beau volume a été simplement signalé, lors de son apparition, dans la bibliographie de l'*Electricien* (1). Son importance, et le grand intérêt qu'il présente, nous

(1) Voir l'*Electricien* du 8 septembre 1906.

font un devoir de revenir sur cet ouvrage et d'analyser le si remarquable travail de notre sympathique rédacteur en chef.

La publication de *l'Electricité à l'Exposition de Liége* a été décidée par le Comité d'organisation de la section française d'électricité de cette Exposition internationale. M. Montpellier fut chargé de réunir, dans un rapport d'ensemble, la description de tout ce qui, se rattachant à l'électricité et sans distinction de nationalité, avait figuré à Liége.

C'est ce rapport qui constitue la partie technique du présent volume. Cette partie se trouve précédée d'une longue introduction, dans laquelle M. E. Sartiaux, président du groupe V de l'électricité, passe en revue l'histoire et l'organisation de l'Exposition, et où il réunit les documents administratifs.

C'est ainsi qu'il donne la liste des personnalités ayant rempli des fonctions officielles, aussi bien dans les comités d'organisation et d'installation, que dans les opérations du jury des récompenses. La liste des exposants français récompensés montre d'ailleurs combien a été grande et active la participation de notre pays à cette belle manifestation scientifique et industrielle.

L'introduction nous fait connaître qu'à Liége on avait adopté la même classification qu'à l'Exposition universelle de Paris en 1900 ; on ne pouvait mieux faire.

Jointe au rapport technique, cette partie administrative est du plus haut intérêt, et l'ensemble forme un tout des plus utiles à consulter.

Le rapport technique, qui nous intéresse plus particulièrement, est développé et traité d'une manière identique à *l'Electricité à l'Exposition de 1900*. Il en est, pour ainsi dire la suite, et, à cet égard, on se voit forcé de regretter que des questions budgétaires aient obligé à renoncer au format grand in-4°, adopté pour cette précédente publication, pour se renfermer dans le format in-8°, moins propice à la clarté de lecture que les grandes planches cotées.

M. Montpellier a divisé son rapport en parties relatives aux sujets suivants :

Production de l'énergie électrique.
Transformation de l'énergie électrique.
Canalisation et appareillage.
Applications mécaniques, moteurs électriques, traction.
Electrochimie et électrométallurgie.
Applications thermiques.
Instruments de mesure.
Applications diverses.

Parmi les 21 groupes électrogènes qui fournissaient l'énergie électrique (16 à courant continu et 5 à courants alternatifs), donnés dans la première partie avec figures, planches et description très documentée, on ne remarque que deux groupes avec turbine à vapeur.

Celui de la Société Hélios et celui de la maison Sautter et Harlé.

Il est curieux de constater cette abstention presque complète des turbines au moment même où toutes les grandes usines électriques en construction, à l'époque, s'équipaient avec des machines de ce genre. Liége aura été peut-être une des dernières exhibitions où les groupes électrogènes étaient en majorité actionnés par des machines à piston.

Le groupe le plus puissant développait près de 500 kw.

Parmi les moteurs à courants alternatifs exposés, figuraient pour la première fois les moteurs à collecteur, dont le développement devient si rapide, grâce à leur fonctionnement dans de bonnes conditions avec du courant alternatif simple. Ces moteurs permettent d'aborder la traction électrique à grande distance.

Les applications des moteurs électriques étaient fort nombreuses à Liége, et quantité de ponts roulants, treuils, palans, cabestans, pompes et ventilateurs étaient actionnés électriquement.

La fabrication des produits chimiques par l'électrolyse était largement représentée, et l'on pouvait voir, pour la première fois, les hauts-fourneaux électriques servant à préparer l'acier.

Les instruments de mesure occupaient une place importante; mais, à de rares exceptions près, ils ne présentaient pas de particularité nouvelle depuis l'Exposition de 1900. D'ailleurs l'industrie est servie à souhait de ce côté; les types tendent à s'unifier et il est peu probable que l'on sorte de la construction connue, jusqu'à ce que de nouveaux besoins se fassent sentir.

Parmi les applications diverses, figuraient nombre d'intéressants appareils. Celui de M. Kaisser, avertissant des effractions de coffre-fort, constitue un dispositif sûr et capable de rendre de grands services. L'appareil d'arrêt à distance pour machines à vapeur, imaginé par M. Berlingin, est très ingénieux et susceptible d'éviter de nombreux accidents dans les ateliers.

Un horloger belge présentait une dynamo miniature ne pesant pas 10 gr. Tous les organes étaient cependant exécutés avec fidélité et, si cette machine eût difficilement fonctionné comme génératrice, il n'est pas douteux qu'en moteur elle eût développé quelques ergs par seconde. Bijou minuscule à côté du groupe électrogène de 500 kw ! En résumé, le rapport de M. Montpellier est très complet et des plus intéressant.

On doit savoir gré à l'auteur de nous avoir fait connaître, avec tant de compétence, l'état de l'industrie électrique en 1905. Ce n'était pas mince besogne, car, dans ce genre de travail, il est encore plus difficile de se procurer les documents que de les analyser; il faut savoir les vérifier et les coordonner habilement pour constituer un tout aussi homogène que celui qui nous est donné dans ce rapport.

L'édition soignée est toute à la louange des éditeurs, qui nous ont d'ailleurs habitué de longue date à d'aussi excellentes productions.

M. Aliamet.

CHRONIQUE

Un verre bon conducteur de l'électricité.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* rapporte que M. Ch.-E.-S. Phillips a récemment communiqué, à l'Association britannique, quelques données intéressantes sur un verre relativement bon conducteur de l'électricité qu'il obtient en mélangeant 32 parties de silicate de sodium avec 8 parties de borax calciné. Si, à ce mélange, on ajoute 1,25 parties de flintglass de Powell, on augmente sensiblement la résistance de la masse et on améliore la texture de sa surface, sans réduire de beaucoup la conductibilité. De cette manière, on obtient un verre qui se prête parfaitement à la construction de boîtes et de pièces pour instruments électrostatiques. Le verre en question se coule en plaques ; mais, eu égard à son

point de fusion peu élevé, il ne prend pas facilement d'autres formes. Le même verre s'étire sans difficulté en tiges et en fils et il acquiert un poli remarquable. Sa densité est de 2,490; il est un peu plus dur que le verre à base de soude qui se rencontre ordinairement dans le commerce. Exposé aux rayons cathodiques, il ne manifeste aucune fluorescence, il se laisse très facilement traverser par les rayons X, mais demeure impénétrable pour la lumière ultra-violette. Sa conductivité électrique est environ 500 fois plus grande que celle du verre le meilleur conducteur que l'on ait jusqu'ici fabriqué. — G.

Statistique des usines électriques centrales en Hongrie pour 1905.

M. Alexandre Straub, professeur au musée industriel de Budapest, a dressé une statistique des usines centrales affectées à des services publics et existant en Hongrie au commencement de 1906. A cette étude, que reproduit en partie l'*Elecktrotechnik und Maschinenbau,* nous empruntons les quelques détails ci-après :

Les usines centrales distribuant de l'énergie électrique, sauf pour les tramways, étaient pour toute la Hongrie, au 1er janvier 1906, au nombre de 109, desservant 141 localités. Ces usines se répartissent comme il suit :

Usines à courant continu. . .	53 =	48,6 0/0
— — monophasé.	20 =	18,4 0/0
— — diphasé. . .	2 =	1,8 0/0
— — triphasé. .	34 =	31,2 0/0
Ensemble.	109 =	100,0 0/0

Au point de vue de la puissance, les mêmes usines se répartissent ainsi :

Avec une puissance s'élevant jusqu'à	100 hw. .	32
— —	de 101 à 200 kw. .	22
— —	de 201 à 400 kw. .	28
— —	de 401 à 600 kw. .	11
— —	de 601 à 1000 kw. .	9
— —	de 1000 à 4400 kw. .	7

Dans les 109 établissements précités, on rencontre 217 machines à vapeur d'une puissance de 46 935 ch et 245 chaudières avec une surface de chauffe totale de 31 358 m². Les dynamos à courant continu sont au nombre de 167, avec une puissance de 14 414 kw (sans compter celles servant à charger les batteries d'accumulateurs), et les dynamos à courant monophasé, diphasé et triphasé au nombre de 169 avec une puissance de 27 863 kw, soit, au total, 336 génératrices représentant une puissance de 42 277 kw.

Les usines ci-dessus alimentent 784 134 lampes à incandescence privées et 31 595 publiques, 7771 lampes à arc privées et 1215 publiques, et enfin 2882 moteurs électriques (non compris ceux employés sur les tramways), représentant une puissance de 8801 ch.

Quant aux usines centrales pour tramways, elles sont au nombre de 8, installées dans 4 localités; on rencontre, en outre, 9 autres usines centrales affectées à la fois à la traction et à l'éclairage. Le service de la traction électrique emploie 30 machines à vapeur, d'une puissance de 15 9 0 ch, 43 chaudières à vapeur d'une surface de chauffe de 9396 m² et 30 dynamos donnant 11 670 kw; les éléments des batteries-tampons affectées au même service sont au nombre de 4939. Des usines centrales fournissant de l'énergie à l'usage exclusif des tramways, 2 ont une puissance de 100-200 kw, 1 une puissance de 201-300 kw, 1 une puissance de 600-700 kw, 2 une puissance de 2000-3000 kw, et enfin 1 une puissance de 5280 kw. Tous les tramways électriques hongrois (13 au total), emploient du courant continu. G.

La radiotélégraphie entre Fiume et Ancône.

Suivant l'*Elektrotechnik und Maschinenbau,* le ministère du commerce de Hongrie fait, depuis quelque temps, exécuter des expériences de télégraphie sans fil entre Fiume et Ancône. Ces expériences ont pour objet l'établissement définitif d'un service radiotélégraphique entre ces deux ports, ainsi qu'avec les îles de l'Adriatique qui sont situées sur le trajet et qui ne bénéficient pas encore des avantages de la télégraphie ordinaire. Les expériences en question, exécutées avec les appareils perfectionnés de M. Joseph Hollos, conseiller technique auprès de la direction des Postes et des Télégraphes de Budapest, ont donné d'excellents résultats : les radiotélégrammes lancés dans les deux sens parviennent sans la moindre altération au port destinataire. — G.

Le premier chemin de fer électrique espagnol.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* signale la récente mise en service d'un chemin de fer électrique à voie normale qui relie Barcelone à une localité de sa banlieue, Sarria. Cette ligne, la première de l'espèce construite en Espagne, a un développement de 5 km; elle est pourvue d'une canalisation aérienne. Son matériel roulant se compose d'automotrices et de voitures d'attelage ayant des compartiments de 2e et de 3e classe. Chaque automotrice est actionnée par deux moteurs à courant continu de 55 ch. Le freinage s'opère de trois manières différentes : à la main, au moyen de l'air comprimé, par l'électricité. — G.

Service électrique du chemin de fer du Saint-Gothard.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* nous apprend que la convention passée par la confédération helvétique avec le canton du Tessin et donnant à la première la libre disposition des ressources hydrauliques indispensables pour l'exploitation électrique du chemin de fer du Saint-Gothard, est aujourd'hui définitive. En vertu de cette convention, signée pour une période de cinquante ans, le gouvernement fédéral a la faculté de mettre en valeur toutes les eaux de la vallée « Leventina ». Cette vallée, comme on le sait, forme la partie supérieure du bassin du Tessin. Son point extrême est Airolo, endroit où on a construit la halte méridionale du tunnel. On dispose déjà de deux réservoirs formés par la nature pour l'emmagasinage des eaux : le lac Ritom et le lac Tremorgia. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. de Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés-S.-Jacques.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 829 17 Novembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE

SUR LES CHEMINS DE FER EN AMÉRIQUE

(Suite et fin) (1)

La simplification des transformations successives a, en outre, pour conséquence très importante d'améliorer, dans l'ensemble, le rendement quand les moteurs sont alimentés directement en alternatif, au lieu d'employer un système mixte.

D'après M. Lamme la différence serait de 5 à 10 0/0.

La capacité de la centrale peut donc être légèrement inférieure, et les frais d'exploitation en sont d'autant réduits.

En somme, on peut donc dire que le coût de la centrale est très approximativement le même, qu'il s'agisse de courant continu ou de courant alternatif. Car, si, d'une part, la capacité est légèrement inférieure, d'autre part, les machines sont relativement plus coûteuses.



Train de marchandises remorqué par une locomotive électrique à courant monophasé, système Westinghouse.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 827, 3 novembre 1906, p. 278 et n° 828, 10 novembre, p. 298.

L'emploi des batteries d'accumulateurs formant la réserve, ce que l'on reconnaît indispensable avec le courant continu, serait, de l'avis de quelques spécialistes, aussi utile et aussi nécessaire avec l'alternatif, (on n'en a pas fait usage jusqu'ici toutefois), ce qui impliquerait l'installation de quelques transformateurs rotatifs.

Des installations réalisées, on conclut que l'accroissement du prix des locomotives est largement compensé par la réduction des autres dépenses et, dans l'ensemble, il aurait été constaté que l'économie peut atteindre — abstraction faite de la centrale — jusqu'à 30 0/0; généralement cette économie n'est pas inférieure à 10 0/0.

On n'a pas oublié les conclusions posées en 1903 par M. le Dr Finzi, au lendemain des premières expériences effectuées à Milan, avec ses appareils, expériences que sont venues confirmer des essais ultérieurs.

Le moteur essayé alors pesait 800 kg, son transformateur 500, il consommait 9,4 w-h par tonne kilométrique (contre 12,35 pour le moteur à courant continu expérimenté en même temps) à la vitesse de 22 km à l'heure.

Le Dr Finzi faisait remarquer cette économie et surtout ressortir celles réalisées dans les démarrages, qui absorbent, d'après ce savant, dans les services *urbains*, 50 0/0 de l'énergie consommée.

Les expériences de M. Lamme, effectuées pour des charges plus fortes, des vitesses plus grandes, des parcours plus longs, avec arrêts moins fréquents, ont donné des résultats semblables.

En résumé, et tout en considérant que peut-être l'application de la méthode de transport Thury pourra renforcer le nombre des défenseurs du courant continu, il semble que c'est avec raison que le système à courant alternatif monophasé, alimentant directement les moteurs, est pour le moment le plus en faveur.

Les principales lignes américaines équipées jusqu'ici par le système Westinghouse sont les suivantes :

Lignes.	Longueur en kilow.	Puissance totale.
Indianapolis-Cincinnati. . .	94	6 000
For Wayne-Springfield. . . .	29.7	1 200
Warren-Jamestown	36.3	800
Atlantic.	36.3	1 200
Keeleng-Ridge.	9	800
Pittsburg	8.2	2 200
Long Island.	16 5	600
New York-New-Haven-Hartford.	41.25	35 000
Spokane	54.4	8 800
Tunnel Sarma	8.2	4 500



Fig. 5. — Moteur de traction Westinghouse.

Les machines les plus puissantes sont celles du tunnel Sarina ; elles sont pourvues de six moteurs de 225 ch.

La plus haute tension est employée sur le New-York New Haven and Hartford Railway : 11 000 volts. Au début on s'était contenté de 2200 volts, dans la suite on a adopté successivement 3300, 6600 puis 11 000; en Suède, on expérimente la tension de 18 000 volts.

L'équipement électrique des locomotives et automotrices Westinghouse étant généralement connu, je me bornerai à le décrire pour terminer aussi brièvement que possible.

Il comprend, notamment, les organes essentiels suivants :

Les moteurs (fig. 5), au nombre de quatre dans la généralité des cas;

Un ou deux transformateurs d'alimentation; l'appareil de commande;

Le dispositif de prise de courant, ainsi que les organes de protection et de sécurité habituels.



Fig. 6. — Inducteur fixe de moteur Westinghouse.

1. *Moteurs*. — L'inducteur (fig. 6 et 7) est fixe, avec un enroulement de moteur-série à courant continu; son circuit magnétique est formé d'anneaux en tôle d'acier, présentant des saillies qui forment les pôles et assemblés à l'intérieur d'une carcasse d'acier, coulée d'une seule pièce;

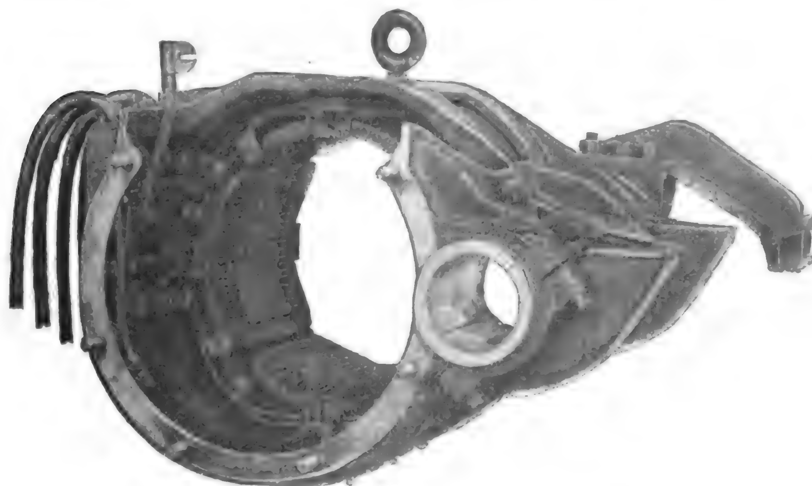


Fig. 7. — Inducteur fixe de moteur Westinghouse.

Induit. — L'induit (fig. 8), mobile, porte un enroulement en tambour formé de barres de cuivre préparées sur gabarit.

Collecteur. — Le collecteur, claveté sur le croisillon de l'induit, est calculé pour que la vitesse périphérique ne dépasse pas 15 m par seconde.

Les balais sont en charbon; les porte-charbons sont supportés par un anneau amovible, fixé solidement en place après réglage.

Compensateur. — Le système compensateur est du genre Edison Blathy et Eickemeyer : des encoches, parallèles à l'axe du moteur, sont creusées dans les pôles inducteurs; des fils de cuivre, formant l'enroulement compensateur, y sont disposés; en outre, la liaison des bobines avec les lames du collecteur se fait par l'intermédiaire de résistances de maillechort placées dans les encoches de l'induit; des anneaux égalisateurs relient les points équipotentiels de l'induit du côté opposé au collecteur.

Attaque. — L'attaque se fait par engrenages pour les machines à petite vitesse (locomotives de trains de marchandises, par exemple); dans les

machines à grande vitesse, l'induit est monté sur l'essieu et agit directement sur les roues.

A cette fin, le rotor est placé sur un manchon dans lequel est enfilé l'axe, avec un jeu de 1,6 cm, et qui se termine, de part et d'autre, par un plateau pourvu d'un système de 7 goupilles d'accouplement ; ces goupilles s'introduisent dans des logements correspondants du moyeu; chacune d'elles est entourée, dans son alvéole, d'un ressort en boudin, à spires croissantes, comprimé entre deux épaulements dont le plus petit glisse sur la tige, tandis que l'autre s'ajuste dans la cavité; c'est par l'intermédiaire de ces ressorts que le mouvement est transmis aux roues; les organes laissent d'ailleurs un déplacement vertical de 1,9 cm, les efforts latéraux sont absorbés par des ressorts logés dans les goupilles et dont l'action s'exerce sur le couvercle extérieur des logements.

La culasse est reliée au truck, en dessous et au dessus de l'axe, par des barres parallèles qui laissent un certain jeu au moteur, mais mettent les accouplements à l'abri de toute détérioration. L'ensemble est suspendu, par l'intermédiaire de ressorts, à un cadre d'acier reposant sur les boîtes à graisse.

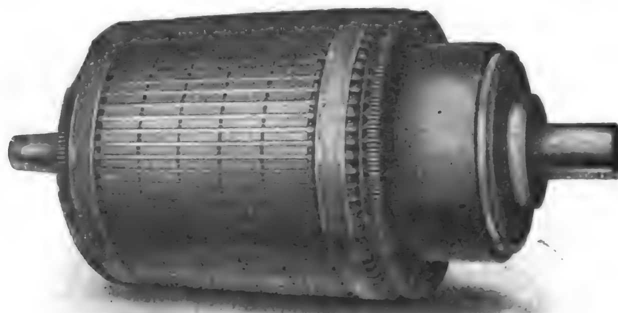


Fig. 8. - Induit de moteur Westinghouse.

2. *Transformateurs*. Le ou les transformateurs sont divisés en un certain nombre de sections (cinq ou six au maximum) auxquelles correspondent un même nombre de plots d'un coupleur de commande.

Ils sont, au besoin, refroidis par une circulation énergique d'air obtenue au moyen de ventilateurs qu'actionne un moteur indépendant; ce système

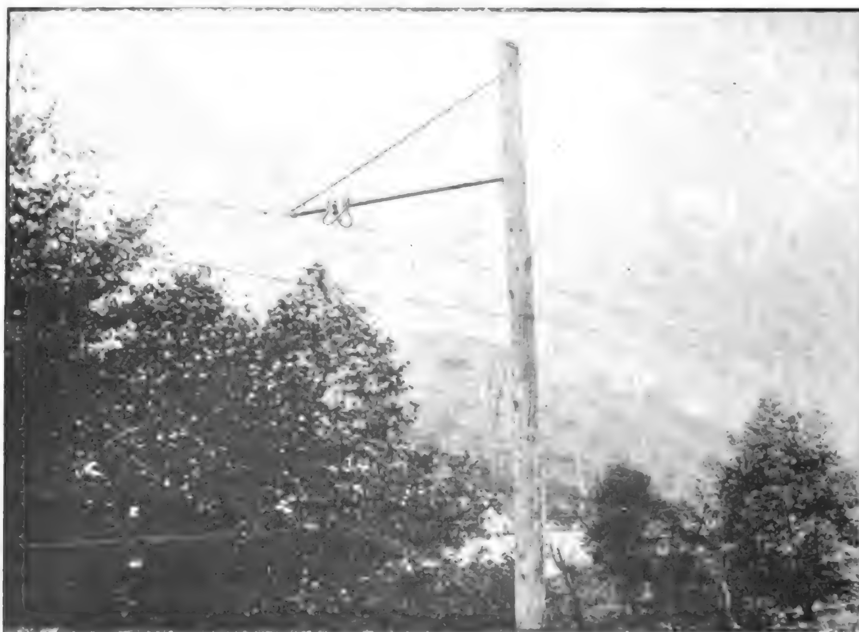


Fig. 9. — Ligne aérienne pour chemin de fer électrique Westinghouse.

de refroidissement est appliqué également aux moteurs.

3. *Commande.* — Moyennant l'emploi d'un coupleur électropneumatique Westinghouse, en tourelle, avec manipulateur à chaque bout de la locomotive ou de l'automotrice, on satisfait pleinement à toutes les exigences du service, à unités multiples, notamment.

4. *Prise de courant.* — Dans toutes les installations réalisées, le courant est fourni aux voitures par une ligne aérienne (fig. 9) dont le mode de construction varie naturellement selon le nombre de voies à desservir.

Pour le New-Haven Ry, où les voies électriques courent parallèlement l'une à l'autre au nombre de 4 ou 6, les conducteurs sont suspendus, par des attaches à trois fils disposés en triangle, chacun à deux câbles d'acier que des isolateurs de grande dimension supportent sur des ponts d'acier; la portée moyenne est de 90 m; les chevalets portent également les feeders; tous les 3 km environ (2 milles), sur des supports convenablement renforcés, sont montés des isolateurs de section avec leurs accessoires.

La prise de courant est effectuée par archet; il y a ordinairement deux archets par machine calculés chacun pour pouvoir supporter tout le courant; les frotteurs sont montés sur un support, en forme de pantographe, et articulé, dont la portée peut atteindre jusqu'à 2,50 m.

Quand les machines ont à fonctionner, comme c'est le cas pour la dernière ligne construite par la maison Westinghouse (celle de New-Haven Ry), en continu et en alternatif, l'installation se complique par suite du dédoublement indispensable de certains organes (fig. 10).

Le réglage comporte alors l'emploi d'un rhéostat qu'il est de bonne pratique de refroidir par l'appareil des transformateurs (qui ne reçoivent pas, évidemment, de courant au moment où l'on marche en continu).

Telles sont les dispositions essentielles du système Westinghouse; je rappelerai encore qu'un procédé analogue vient d'être adopté pour le chemin de fer Richmond Chesapeak Bay et pour celui de Greenville à Anderson; l'équipement de ces lignes est confié à la General Electric Co.

La traction monophasée avec moteurs Edison sera également appliquée sur les sections de Rochester et Morent Morris du Erie Ry.

HENRY.



Fig. 10. — Locomotive électrique mixte à courant alternatif et à courant continu.

DE L'EMPLOI

DES CANAUX DE VENTILATION

DANS LA CONSTRUCTION DES DYNAMOS

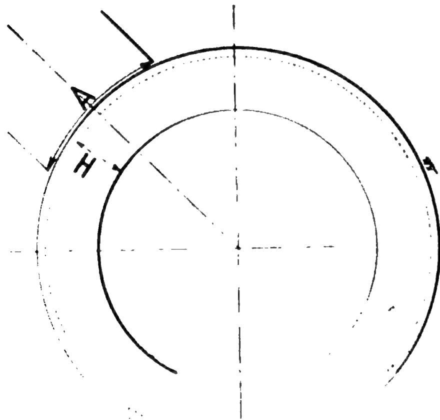
En présence de la concurrence, de l'augmentation des matières premières, les constructeurs se sont efforcés d'utiliser aussi parfaitement et aussi complètement que possible les matériaux mis à leur disposition, tout en restant cependant dans les limites de sécurité de fonctionnement et d'échauffement données par les cahiers des charges et les règlements élaborés pendant ces dernières années.

Alors qu'il y a dix ans, les saturations employées d'une façon courante dans le fer des induits enroulés en tambour ne dépassaient pas 8000, il n'est pas rare de trouver actuellement de

tels induits dont le fer travaille de 10 000 à 14 000 sans que la fréquence ait été diminuée ; au contraire le nombre de tours des petites machines à 4 pôles atteint très souvent 1400 à 1500.

L'emploi de ces hautes saturations a pour résultats une économie de matières importante et ensuite un bon fonctionnement des balais, la tension de réactance d'une bobine placée sur un noyau de fer saturé étant notablement inférieure à celle de la même bobine placée sur un noyau non saturé ; mais les pertes par hystérésis et courants de Foucault sont devenues beaucoup plus importantes et il a fallu prendre des dispositions spéciales pour augmenter la surface de refroidissement des noyaux d'induit.

La surface de refroidissement du noyau de fer dans les induits de construction ancienne



(sans canaux de ventilation), était constituée par la surface intérieure de l'induit, et par ses deux faces terminales. La surface extérieure du cylindre, étant tout juste suffisante pour évacuer la puissance perdue dans les dents, ne peut être comptée.

Il est facile de se rendre compte que cette surface de refroidissement est suffisante dans le cas qui nous occupe.

Soient : A, l'arc embrassé par un pôle, en cm ;

$\mathcal{H}$, la valeur moyenne de l'induction dans l'entrefer ;

l, la longueur de la pièce polaire, en cm ;

H, la hauteur du fer induit sous les dents, en cm.

Nous aurons :

$$\Phi = \mathcal{H}\, l\, A$$

La valeur de $\mathcal{B}$ dans le noyau induit sera :

$$\frac{\Phi}{2 H \alpha l} = \frac{A \mathcal{H} l}{2 H l \alpha} = \frac{A \mathcal{H}}{2 H \alpha} = \mathcal{B}$$

α étant un coefficient tenant compte de l'isolant sur les tôles et égal à 0,9 en général.

Le volume de fer V du noyau induit est proportionnel à l'arc polaire A et à la longeur l, ou :

$$V = k \alpha l H$$

La puissance perdue dans un dm³ de fer est donnée approximativement en watts par l'expression :

$$W = 0{,}01 \frac{V}{1000} \left(\frac{\mathcal{B}}{1000}\right)^2 \text{fréquence}$$

La surface de refroidissement est égale à

$$S = k' A H + k'' A l$$

k' A H représentant les 2 surfaces terminales.
k'' A l — la surface intérieure du noyau.

Par suite du mouvement rapide autour de son axe, l'induit brasse l'air qui l'environne, et il peut être considéré comme parfaitement ventilé ; il peut donc dissiper environ 15 à 20 watts par dm², soit une surface de refroidissement de 6 cm² par watt en moyenne, d'où :

$$k' A H + k'' A l = 0{,}06 \frac{V}{1000} \left(\frac{\mathcal{B}}{1000}\right)^2 \text{fréquence} =$$

$$0{,}06 \frac{k A l H \alpha}{1000} \frac{A^2}{4 H^2} \left(\frac{\mathcal{H}}{1000}\right)^2 \text{fréquence} =$$

$$0{,}015 \frac{k A l \alpha}{1000} \frac{A^2}{H} \left(\frac{\mathcal{H}}{1000}\right)^2 \text{fréquence}$$

et

$$k' A H^2 + k'' A l H = 0{,}015 \frac{k A l \alpha}{1000} A^2 \frac{\mathcal{H}}{1000} \text{fréquence} = C$$

$$H = \frac{-k'' A l \pm \sqrt{k'' A l^2 + 4 k' A C}}{2 k' A}$$

Prenons comme exemple un arc polaire

A = 15 cm
$\mathcal{H}$ = 8000 fréq. 50
l = 20 cm k = 1,4 k' = 1,3 k'' = 1

$$C = \frac{0{,}015 \times 15 \times 20 \times 1{,}4 \times 0{,}90}{1000} 15^2 \left(\frac{8000}{1000}\right)^2 \times 50 = 4000$$

$$H = \frac{-(15 \times 20) \pm \sqrt{(15 \times 20)^2 + (4 \times 1{,}3 \times 15 \times 4000)}}{2 \times 1{,}3 \times 15} = 8{,}6 \text{ cm}$$

La valeur de $\mathcal{B}$ dans le noyau induit est

$$\mathcal{B} = \frac{15 \times 8000}{0,9 \times 2 \times 8,6} \, 7700$$

ce qui est tout à fait insuffisant, au point de vue de l'économie de matières, comme au point de vue du fonctionnement des balais.

Supposons maintenant que l'induit soit séparé en quatre paquets de 5 cm de longueur séparés par trois intervalles de 10 à 15 mm dans lesquels la circulation de l'air n'est pas gênée et peut même être favorisée par des dispositions convenables.

La surface totate de refroidissement est devenue

$$S' = 4k' H' A + k'' A l$$

et H' devient

$$H' = \frac{-k'' A l \pm \sqrt{k'' A l^2 + 16 k' A C}}{8 k' A}$$

Nous obtenons dans l'exemple précédent une hauteur

$$H' = 5,5 \text{ cm}$$

d'où

$$\mathcal{B} = \frac{15 \times 8000}{0,9 \times 2 \times 5,5} = 12\,200$$

A la fréquence 25 on trouverait, dans le premier cas

$$\mathcal{H} = 5 \text{ cm}$$

et

$$\mathcal{B} = 13300$$

et dans le second cas

$$H' = 3,05 \text{ cm}$$

et

$$\mathcal{B}' = 22\,000$$

On voit donc que, pour une valeur constante de $\mathcal{H}$ dans l'entrefer, la hauteur H du fer, ainsi que le nombre de canaux de ventilation d'un induit donné, doivent varier suivant l'emploi de cet induit.

Il n'est cependant pas avantageux de dépasser la valeur $\mathcal{B} = 14\,000$, car, à partir de ce point, la tension de réactance reste à peu près constante (pour une même vitesse) et, à partir de ce moment, l'économie de matières seule doit décider du nombre de canaux de ventilation à employer.

La hauteur du fer H et, par suite, le poids de fer diminue avec le nombre de canaux de ventilation, il y aurait donc intérêt à en employer un grand nombre si les entretoises nécessaires ne coûtaient rien ; mais il est loin d'en être ainsi, de sorte que le nombre de canaux de ventilation n'est plus laissé au bon plaisir du constructeur, mais peut être, au contraire, donné par une formule tenant compte du prix du fer et du prix des entretoises.

Nous avons vu que la hauteur H du fer pour un induit de longueur l sans canaux de ventilation était égale à

$$H = \frac{-k'' A l \pm \sqrt{k'' A l^2 + 4 k' A C}}{2 k' A}.$$

Si la longueur l est séparée en deux paquets de longueur $\frac{l}{2}$ par une entretoise ajourée, la hauteur devient

$$H' = \frac{-k'' A l \pm \sqrt{k'' A l^2 + 8 k' A C}}{4 k' A}$$

Soit f le prix du kg de fer.

Le prix du fer induit dans le premier cas sera

$$7,8 \frac{k A \alpha l H}{1000} f$$

et dans le second cas

$$7,8 \frac{k A \alpha l H'}{1000} f$$

Le prix de l'entretoise peut être exprimé en fonction de sa surface, soit f' par dm² ou

$$\text{Prix entretoise} = \frac{k' A H'}{100} f'$$

à ajouter au prix du fer dans le second cas.

Il y a une valeur de H et une valeur de H' pour lesquelles, au point de vue du prix, il est indifférent d'employer ou de ne pas employer de canal de ventilation, le prix de l'entretoise étant égal au gain sur le fer. A partir de ce moment, il y a avantage à séparer le noyau de fer.

Quand il y a équilibre de prix, on a :

$$\frac{7,8 k A l f \alpha}{1000} H = \frac{7,8 k A \alpha l f}{1000} H' + \frac{k' A f' H'}{100}$$

d'où

$$H' = \frac{0,78 k \alpha l f}{0,78 k \alpha l f + k' f'} H$$

Dans le cas où

$$k = 1,4 \qquad k' = 1,3$$
$$f = 0,5 \qquad f' = 1$$
$$\alpha = 0,9 \qquad l = 10$$

(c'est-à-dire un canal tous les 5 cm) il faut pour qu'il y ait équilibre que

$$H' = 0,79 \, H$$

et pour qu'il y ait économie, il faut avoir

$$H' < 0.79 \, H$$

On trouverait également que pour qu'il y ait économie à séparer le noyau induit en paquets de 2,5 cm d'épaisseur, il faudrait avoir

$$H' < 0{,}65\,H$$

On voit qu'il peut être avantageux, au point de vue du prix, comme au point de vue du fonctionnement des dynamos, de séparer le noyau induit en paquets très minces, au moins pour les machines d'assez grandes dimensions, fonctionnant à des fréquences élevées.

Un induit de type courant ne convient pas toujours pour être utilisé à une vitesse plus élevée que celle pour laquelle il a été construit, et il faut conseiller aux constructeurs de ne pas trop employer ce moyen d'augmenter la valeur marchande de leurs machines.

LE SYSTÈME RADIOTÉLÉGRAPHIQUE POULSEN

L'*Elektrotechnische Anzeiger* publie le compte-rendu ci-après d'une conférence que M. Poulsen a faite ces jours derniers, à Berlin, devant les délégués à la conférence internationale de télégraphie sans fil et dans laquelle il a exposé les principes de son propre système de radiotélégraphie.

Le physicien anglais, M. Duddle, a-t-il dit, a déterminé en 1899 les conditions dans lesquelles un arc électrique provoque, dans un autre système de conducteurs, des oscillations correspondantes. C'est seulement après la découverte de M. Duddle que l'on a pu songer à employer de pareilles oscillations, non amorties, en radiotélégraphie. Mais M. Duddle n'avait obtenu, au cours de ses recherches, que 30 000 à 40 000 oscillations à la seconde, alors que, pour les transmissions radiotélégraphiques, il faut pouvoir disposer d'un nombre beaucoup plus élevé d'oscillations et d'un courant alternatif bien plus puissant. Le conférencier est parvenu, voilà trois ans, à réaliser ces dernières conditions, et cela en introduisant l'arc électrique dans une atmosphère d'hydrogène. Dans un pareil milieu, on peut élever le nombre des oscillations par seconde à 1 million et plus. M. Poulsen a ensuite exposé les recherches auxquelles il s'est livré avant de s'arrêter à l'emploi de l'hydrogène comme milieu ambiant, lequel exerce un effet réfrigérant sur l'arc et sur les parties voisines de l'électrode. On accroît encore l'effet de la lampe à arc utilisée en introduisant cette dernière dans un champ magnétique. En outre, le choix des substances employées comme électrodes n'est pas sans influencer la sensibilité. C'est le charbon qui convient le mieux pour former la cathode et le cuivre pour l'anode. Si, à l'hydrogène, on ajoute un peu de carbure d'hydrogène, l'effet produit est augmenté. Au moyen de ses appareils, M. Poulsen a obtenu 700 000 oscillations par seconde, en utilisant un courant d'excitation de 450 watts. Avec le concours de M. l'ingénieur Paderson, son collaborateur, il a trouvé le moyen d'employer utilement, en radiotélégraphie, ce nouveau mode de production des ondes. Il utilise un transmetteur et un récepteur. Mais le transmetteur Poulsen ne produit pas des décharges par étincelles, il amène simplement l'arc électrique à s'allumer ou à s'éteindre à chaque signal, soit en faisant varier la longueur de l'arc, soit en rendant le même arc alternativement actif et inactif. On peut en outre modifier, au moyen du transmetteur, l'intensité du champ magnétique ou du courant d'excitation, ou encore celle du courant de gaz qui entoure l'arc. La station radiotélégraphique Poulsen comporte aussi une tour et des antennes; mais la décharge par étincelles y est remplacée par l'intervention de l'arc électrique qui produit silencieusement ses innombrables oscillations. Un grand nombre de transmetteurs peuvent lancer simultanément dans l'espace des ondes électriques de différentes longueurs, sous forme de rayons effectifs. L'éther est capté par cette symphonie de « sons électriques », mais les sons en question ne se contrarient pas; ils se rendent, avec une exactitude impeccable, aux différents récepteurs qui sont réglés pour les recueillir. Après avoir exposé, avec les résultats obtenus, les expériences par lui récemment effectuées en Danemark, M. Poulsen a terminé sa conférence en exprimant l'opinion que son système des oscillations non amorties fournira sans doute une base certaine pour les nouveaux développements de la radiotélégraphie à grande distance.

G.

LES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LES VOSGES

Le département des Vosges possède un assez grand nombre d'usines génératrices électriques, dont la plupart utilisent la puissance hydraulique comme force motrice.

Les 26 stations génératrices existant dans ce

VOSGES
LÉGENDE
Courant continu
— alternatif
Sous station
MEUSE
MEURTHE ET MOSELLE
Hte MARNE
HAUTE SAÔNE
ALSACE
2000/120 v. Greux
Domremy-la-Pucelle 2000/120 v.
Maxey-s-Meuse T. 50 p. 2000/120 v.
Coussey 2/150 v.
Attignéville 3/230 v.
Meuse
le Vair
Charmes 2/220 v.
Moselle
Thaon-les-Vosges 3/300 v.
Dompaire 2/110 v.
la Gitte
Madon
Vittel 2/240 v.
Contrexeville 3/240 v.
EPINAL 3/240 v.
Darney 2000/110 v.
Attigny 50 p. 2000/110 v.
Claudon 2000/110 v.
Monthureux 3/220 v.
Saône
le Coney
Uzemain 2/230 v.
Arches 2/115 v.
la Vologne
Bruyères 3/280 v.
Laveline 2/240 v.
Moyenmoutier T. 50 p 3/250 v.
Senones 3/250 v. T. 50 p. 5000/125 v.
le Rabodeau
Meurthe
St DIÉ 3/220 v.
Fraize 4000/120 v.
Plainfaing 4000/120 v.
Usine de Rudelin T. 50 p 4000/120
Plombières 3/240 v.
le Val d'Ajol 2/220 v.
Combeauté
Lanterne
Moselotte
la Bresse T. 50 p 4000/110 v.
Charmeuil 50 p. 3000/110 v.
Cornimont 50 p. 3000/110
50 p. 5000/120 v. Pt de Gouffre
Saulxure T. 45 p 5000/116 v
Ventron 5000/120 v.
Travexin 5000/120 v.
Ferdrupt 5000/120 v.
Ramonchamp 5000/120
le Menil 5000/120 v.
Bussang 5000/120 v.
Fresse 5000/120
le Thillot 3/240 v.
St Maurice 5000/120 v.
Kilomètres
Myriamètres
0 1 2 3
K. Z.

département alimentent 41 localités dans lesquelles existe une distribution publique d'énergie électrique.

En ce qui concerne la nature de la force motrice utilisée pour actionner des génératrices d'énergie électrique, les 26 stations peuvent être classées de la manière suivante :

Hydraulique	14
Hydraulique et vapeur	4
Hydraulique et gaz pauvre	2
Vapeur	6
Total	26

Quant à la nature des courants produits, 17 fournissent du courant continu; 3, du courant alternatif simple; 5, des courants alternatifs triphasés et 1, du courant continu et des courants triphasés.

Sept stations seulement alimentent plusieurs localités; les 19 autres utilisent l'énergie produite dans la localité où elles sont installées.

Les 7 usines génératrices, alimentant chacune plusieurs localités, sont les suivantes :

Attigny. — Exploitée par MM. Tinchant et Briot. Cette usine emprunte sa force motrice hydraulique à la rivière de Saône et produit du courant alternatif simple à 50 périodes par seconde, transmis à la tension de 4000 volts au primaire et utilisé sous 120 volts au secondaire.

Claudon. — Cette usine fonctionne en parallèle avec celle d'Attigny et appartient aux mêmes propriétaires. Elle emprunte également sa force motrice hydraulique à la Saône et fournit le courant dans les mêmes conditions que l'usine d'Attigny.

Les stations d'Attigny et de Claudon alimentent :

Attigny, 513 hab.;
Claudon, 1044 hab.;
Darney, 1430 hab.

Charménil. — Cette usine est exploitée par M. Stouvenot. Elle est installée dans le moulin de Charménil, commune de Cornimont, situé à 3 km de cette localité sur la rivière de Moselotte. Elle produit du courant alternatif simple à 50 périodes, transmis à 3000 volts et utilisé sous 110 volts.

Cette usine alimente :

Charménil, 75 hab.;
Cornimont, 5268 hab.

Maxey-sur-Meuse. — Cette usine, exploitée par la Société lorraine d'éclairage et de force électriques, utilise la force motrice hydraulique de la Meuse. Elle produit des courants triphasés à 50 périodes, transmis sous 2000 volts et utilisés sous 120 volts.

Cette usine alimente :

Domrémy la Pucelle, 308 hab.;
Greux-Domrémy, 268 hab.;
Maxey-sur-Meuse, 375 hab.

Pont du Gouffre. — Cette usine appartient à la Société anonyme de la station électrique du Pont du Gouffre, emprunte sa force motrice hydraulique à la Moselotte et est située sur le territoire de la commune de Cornimont.

Elle produit des courants triphasés à 50 périodes, transmis sous 5000 volts et utilisés sous 120 volts. Elle dispose, comme secours, d'une force motrice à vapeur.

Cette station alimente :

Bussang, 2508 hab.;
Ferdrupt, 4211 hab.;
Fresse, 1864 hab.;
Ménil (le), 1339 hab.;
Ramonchamp, 1470 hab.;
Saint-Maurice-sur-Moselle, 2916 hab.;
Travexin, 464 hab.;
Ventron, 1451 hab.

Rudelin (le). — Cette usine, appartenant à M. Pernot, utilise, comme force motrice hydraulique, une chute d'eau, de 30 m de hauteur, de la Meurthe. Elle est située sur le territoire de la commune de Plainfaing.

Cette station produit des courants triphasés à 50 périodes, transmis sous 4000 volts et distribués sous 120 volts.

Elle alimente :

Fraize, 3905 hab.;
Plainfaing, 5322 hab.;
Rudelin (le).

Senones. — Cette usine est exploitée par la Compagnie générale senonaise; elle utilise la force motrice hydraulique du Rabodeau, affluent de la Meurthe. Elle dispose comme secours d'une force motrice à vapeur.

La station de Senones produit du courant continu et des courants triphasés à 50 périodes.

Le courant continu est distribué à 3 fils avec une tension de 125 volts par pont. La station dispose d'une batterie d'accumulateurs.

Les courants triphasés sont transmis sous 5000 volts et utilisés sous 125 volts.

La station alimente :

Moyenmoutier, 4698 hab.;
Senones, 4151 hab.

Les 19 stations génératrices, alimentant chacune la localité dans laquelle elles sont installées, sont les suivantes :

Arches (1443 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 2 fils, 115 volts. — FM : Hydraulique.

Attignéville (501 hab.). — *M. Radet.* — C—D : 3 fils, 230 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Bresse (la) (4787 hab.). — *La Municipalité.* — AT, 50 périodes. — D : 4000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Bruyères (3550 hab.). — *MM. Dazey et Cie.* —

C — D : 3 fils, 260 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Charmes (3698 hab.). — *MM. Dazey et Cie*. — C—D : 2 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Contrexéville (937 hab.). — *Société de force et lumière électriques*. — C—D : 3 fils, 240 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Coussey (623 hab.). — *M. Deltieux*. — C—D : 2 fils, 150 volts. — FM : Hydraulique.

Dompaire-la-Viéville (1106 hab.). — *M. Pierrot*. — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique.

Epinal (28 080 hab.). — *Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est*. — C—D : 3 fils, 240 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Laveline (2079 hab.). — *Société anonyme locale*. — C—D : 2 fils, 240 volts. — FM : Hydraulique.

Monthureux-sur-Saône (1364 hab.). — *Société lorraine d'éclairage et de force électriques*. — C—D : 3 fils, 220 volts. — FM : Hydraulique.

Plombières-les-Bains (1869 hab.). — *Société anonyme fusion des gaz*. — C—D : 3 fils, 240 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz pauvre.

Saint-Dié (21 431 hab.). — *MM. Fabius Henrion et Cie*. — C—D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Saulxure-sur-Moselotte (3420 hab.). — *La Municipalité*. — AT, 50 périodes. — D : 5000 volts au primaire, 116 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

Thaon-les-Vosges (4923 hab.). — *Société anonyme d'électricité et de distribution d'eau*. — C—D : 3 fils, 300 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Thillot (le) (3404 hab.). — *M. Stouvenot*. — C—D : 3 fils, 240 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur.

Uzemain-la-Rue (1410 hab.). — *M. Dugravot*. — C—D : 2 fils, 230 volts. — FM : Hydraulique.

Val d'Ajol (le) (7446 hab.). — *MM. Durand frères*. — C—D : 2 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Hydraulique et gaz pauvre.

Vittel (464 hab.). — *Compagnie générale électrique de Nancy*. — C—D : 2 fils, 240 volts. — FM : Vapeur.

Grâce aux nombreux cours d'eau qui arrosent le département des Vosges, la force motrice hydraulique a pu être utilisée avantageusement pour actionner la plupart des usines génératrices d'énergie électrique.

La Meuse fournit la force motrice aux stations de Coussey et de Maxey et le Vair, un de ses affluents, actionne l'usine d'Attignéville.

Sur le cours de la Moselle, on trouve les usines d'Arches, d'Epinal et de Charmes et sur celui de la Moselotte, un de ses principaux affluents, les usines de Charménil, de Pont-du-Gouffre, de la Bresse et de Saulxures. Un autre affluent de la Moselle, la Vologne, fournit la force motrice à la station de Laveline; enfin, la Gitte, qui se jette dans le Madon, autre affluent de la Moselle, actionne l'usine de Dompaire.

La Meurthe fournit la force motrice à la station de Rudelin et un de ses affluents, le Rabodeau, actionne l'usine de Senones.

La Saône fournit la force motrice aux stations centrales d'Attigny, de Claudon et de Monthureux. A citer aussi deux autres cours d'eau : l'un, le Coney, affluent de la Saône, actionne l'usine d'Uzemain; l'autre, la Combeauté, se jetant dans la Lanterne, également affluent de la Saône, fournit la force motrice à la station du Val d'Ajol.

Comme on peut s'en rendre compte, le département des Vosges est particulièrement favorisé au point de vue des forces motrices hydrauliques et il est certain que, dans un avenir peu éloigné, le développement des applications de l'électricité s'accentuera de plus en plus.

Dans ce qui précède, nous ne nous sommes occupé que des distributions publiques d'énergie électrique; mais il convient de noter que les installations privées sont très nombreuses, ce qui n'a rien de surprenant dans une région où l'industrie a pris un développement considérable, l'industrie cotonnière, notamment, pour ne citer qu'un exemple.

J.-A. MONTPELLIER.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 1er OCTOBRE 1906.

M. Carl Störmer communique une note *sur les trajectoires périodiques des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, avec applications aux perturbations magnétiques*.

SÉANCE DU 8 OCTOBRE 1906.

Pas de communication relative à l'électricité.

SÉANCE DU 15 OCTOBRE 1906.

M. Gustave D. Hinrichs communique une note *sur la mécanique de l'ionisation par solution*.

SÉANCE DU 22 OCTOBRE 1906.

M. de Lapparent présente une note de M. Edouard Branly *sur un appareil de sécurité contre les étincelles accidentelles dans les effets de télémécanique sans fil*.

M. J. Violle présente une note de M. P. Villard *sur l'aurore boréale* en réponse à la note de M. Störmer.

SÉANCE DU 29 OCTOBRE 1906.

Pas de communication relative à l'électricité.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

SÉANCE DU 9 OCTOBRE 1906.

M. le Président prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

« Nous avons appris incidemment le décès de M. Pierre Guichard, ingénieur civil, qui fut l'un des organisateurs du Syndicat professionnel des Industries électriques. Faisant partie de la Société Jablochkoff, il fonda, en 1879, la « Chambre syndicale de l'Electricité » qui constitua le premier groupement effectif d'électriciens. Secrétaire de cette Chambre syndicale et conseiller municipal très écouté, tous ses efforts tendirent à unir par des liens durables les professionnels de spécialités différentes et, si vous voulez bien considérer le développement sans cesse grandissant de notre Syndicat et la prépondérance qu'il a acquise, vous reconnaîtrez les excellents résultats que nous devons à notre collègue qui se dévoua toujours avec modestie. Il appartenait à votre Président d'associer les sentiments de la Chambre à ses regrets personnels et de rendre, au nom du Syndicat professionnel tout entier, un dernier hommage à la mémoire de M. Guichard.

« Un autre deuil vient de frapper le Syndicat professionnel. M. Louis Bénard, entré dans notre groupement en 1885 et membre de la Chambre syndicale depuis 1892, a succombé subitement en août dernier. Votre confiance l'avait investi, depuis plusieurs années, des fonctions de commissaire des comptes. Il consacrait une grande partie de son temps à l'éducation technique des ouvriers de nos professions et vous vous plaisiez à l'aider dans cette noble tâche en subventionnant ses cours d'électricité. J'ai beaucoup regretté de ne pouvoir, en raison de l'heure tardive à laquelle m'est parvenue la lettre de faire part, porter à Mme Bénard le témoignage de nos sympathies; je lui en ai adressé, par lettre, l'expression sincèrement émue. »

Conformément à l'article 9 des statuts, la Chambre syndicale doit pourvoir, d'office, au remplacement de M. Bénard.

M. le Président propose à ses collègues de rendre à M. Chaussenot la place qu'il occupait parmi eux avant d'accepter les fonctions de secrétaire général en 1904 et de le désigner comme commissaire des comptes. La Chambre, approuvant cette proposition, nomme M. Chaussenot membre de la Chambre syndicale des Industries électriques et le désigne comme commissaire des comptes en remplacement de M. Bénard.

Sont admis comme membres du Syndicat professionnel des Industries électriques :

M. Bainville (Auguste-Henri), ingénieur-conseil, 6, avenue Rochegude, à Nanterre (Seine), présenté par MM. Javaux et Eug. Sartiaux;

M. Bosshard (Henry), ingénieur, constructeur-électricien, à Charleville (Ardennes), présenté par MM. Javaux et Larnaude;

M. Gibert (Arthur), constructeur-électricien, installateur, 87, rue Saint-Thomas, à Saint-Quentin (Aisne), présenté par MM Javaux et Larnaude;

M. Melchior-Gastaud (Paul), entrepreneur de travaux électriques, 6, place de la Liberté, à Nice (Alpes-Maritimes), présenté par MM. Javaux et Eug. Sartiaux.

La Chambre accepte les démissions de MM. Bassée (Jules-Charles), ingénieur civil, qui a cessé, depuis plusieurs années, de s'occuper d'affaires d'électricité, et de M. Cordin (Georges-Louis-Léon), ingénieur électricien, qui va accomplir son service militaire.

TRAVAUX DES COMMISIONS

Commissions permanentes. — 2e commission (M. Ch. de Tavernier, Président). — Sur la demande d'un certain nombre de ses membres, appareilleurs et installateurs, la 2e commission s'est réunie le 17 juillet dernier pour discuter les intérêts généraux des appareilleurs et installateurs en vue du régime futur de l'électricité à Paris.

Considérant que le rôle du futur concessionnaire de l'électricité, à Paris, doit être restreint à la vente du courant;

Considérant que tout monopole ou avantage à lui réservé pour les installations intérieures léserait à la fois les intérêts des abonnés, des propriétaires, des installateurs, des fabricants de câbles, d'appareils, etc.;

Elle a émis le vœu qu'un article inséré dans le cahier des charges interdise formellement aux futurs exploitants de s'imposer directement ou indirectement dans tous travaux ou fournitures à faire à l'intérieur des immeubles, c'est-à-dire au delà du coffret d'arrivée ou du poste de transformateur.

M. Ch. de Tavernier a fait parvenir un extrait de cette délibération à M. F. Roussel, président de la 1re commission du Conseil municipal.

Commissions spéciales. — Commission des douanes (M. Meyer-May, Président). — La commission des douanes de la Chambre des députés a chargé quelques-uns de ses membres d'étudier d'une façon toute spéciale la question de la révision de notre régime douanier.

M. Klotz, député de la Somme, nous a demandé, à ce propos, une note relatant les desiderata de notre groupement et les motifs qui nous les font formuler.

Nous avons pensé qu'il n'était point de meilleure façon de fournir ces indications que d'adresser à M. Klotz le texte du rapport présenté récemment à la Chambre syndicale par M. Meyer-May et remis depuis à M. Chapsal, Directeur du commerce et de l'industrie, au Ministère du commerce.

La loi du 13 juillet 1906, modifiant les lois des 11 janvier 1892, 28 février 1899, 21 décembre 1905 et 29 mars 1906 (Tarif des Douanes), a déjà répondu en partie à notre attente notamment en créant un nouvel article 524 bis, relatif aux appareils électriques et électrotechniques et en étendant aux petits moteurs de moins de 10 kg la tarification de l'article 524 (machines dynamos-électriques).

Toutefois, les chiffres qui figurent sur le tableau annexé à cette loi sont loin de correspondre à nos desiderata et devraient être relevés si la chose est possible. Nous croyons malheureusement que ces chiffres vont être incessamment consolidés par la signature du traité franco-suisse et, s'il en est ainsi, il ne pourra évidemment être tenu aucun compte de nos revendications tant que durera cette convention. Mais, convaincu de la nécessité d'une protection normale pour l'industrie électrique française et constatant que cette protection n'existe plus pour la plupart de nos produits, nous avons insisté vivement auprès de M. Klotz pour que les autres articles soient examinés et fassent l'objet de modifications au tarif actuel.

Nous avons enfin signalé à M. Klotz certaines demandes nouvelles formulées par nos adhérents postérieurement au dépôt du rapport de M. Meyer-May. Ces demandes s'appliquent :

1° Aux piles sèches qui ne sont pas cataloguées actuellement et que nous proposons de rattacher aux accumulateurs au moyen d'un article 576 ter;

2° Aux accumulateurs qui peuvent être importés en pièces détachées, moyennant des droits notablement inférieurs à ceux des accumulateurs complets. Nous demandons instamment que les droits applicables aux accumulateurs le soient également à leurs pièces détachées quelles qu'elles soient.

M. le Président rappelle que les négociations ouvertes avec l'Espagne, il y a quelque temps, sont momentanément interrompues. Il faut espérer cependant qu'elles aboutiront et que, si les nouveaux droits sont assurément majorés en ce qui concerne nos industries, nous serons, du moins, traités sur un pied d'égalité avec les autres nations.

En raison de l'interruption momentanée des négociations, le *modus vivendi* commercial entre la France et l'Espagne qui devait prendre fin le 2 octobre a été prolongé pour un mois, c'est-à-dire jusqu'au 2 novembre 1906.

Commission du projet de loi sur les distributions d'énergie et du projet de règlement pour l'établissement des conducteurs électriques à la traversée des lignes de chemin de fer (M. Eug. Sartiaux, président). — Un décret, en date du 20 août 1906, rendu sur la proposition du ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, a établi la composition du comité d'électricité dont la création était prévue par l'article 20 de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Six de nos collègues font partie de ce comité, ce sont : MM. Cordier, Hippolyte Fontaine, Guillain, Harlé, Hillairet et Ferdinand Meyer. La Chambre leur adresse, à cette occasion, de bien sincères félicitations.

M. Eschwège fait remarquer qu'un certain nombre de projets relatifs à des concessions de distribution d'électricité sont arrêtés à la préfecture de la Seine, alors que le préfet de police a donné l'autorisation de circulation du courant, en l'absence de lois et de réglementation.

M. Sartiaux cite, à cette occasion, des incidents analogues qui se sont passés dans le département de l'Aisne où l'administration s'est retranchée derrière l'abrogation de la loi de 1895 et du défaut de l'application définitive de la loi de 1906 pour ajourner les demandes d'autorisation pour le même objet.

M. E. Sartiaux estime que la seule solution serait d'obtenir des préfets, ce qui, d'ailleurs, a été réalisé dans plusieurs départements, qu'ils appliquent la loi de 1895 tout en restant dans l'esprit de la nouvelle loi de 1906.

M. le Président fait connaître qu'il a reçu de M. Cordier, président du syndicat des forces hydrauliques, communication d'un nouveau règlement relatif à l'établissement des conducteurs d'énergie électrique à la traversée des lignes de chemins de fer; il prie M. E. Sartiaux, qui a été chargé de diriger les travaux de la commission mixte, de donner quelques renseignements à ce sujet.

M. E. Sartiaux explique que, en effet, la première réglementation qu'on croyait sur le point d'aboutir a été, au dernier moment, complètement modifiée aussi bien dans sa forme qu'au fond au ministère des travaux publics.

M. E. Sartiaux fait connaître qu'il a eu l'occasion d'examiner le nouveau projet avec un représentant du ministère des travaux publics et que ses efforts, joints à ceux de M. Cordier et de M. Sée, ont permis de rétablir le projet sous une forme acceptable tant pour l'industrie électrique que pour les compagnies de chemins de fer. Il a bon espoir que ce projet verra le jour sous peu.

M. le Président, au nom de la Chambre syndicale, remercie M. E. Sartiaux de sa très intéressante communication et lui renouvelle l'expression de sa gratitude.

Commission de réorganisation des syndicats de l'électricité. — Cette commission s'est réunie les 24 juillet et 25 septembre derniers.

Elle a dressé une liste des membres du syndicat classés par genre de spécialités et s'est renseignée auprès des différentes sociétés qui, avant notre syndicat, ont réalisé un programme similaire. Enfin elle a désigné deux de ses membres, MM. Eschwège et Sautter, pour établir un avant-projet très précis de constitution de groupements qui, tout en jouissant d'une propre autonomie, ne devront en aucune façon désunir les parties constituantes du syndicat professionnel des industries électriques. M. Meyer-May nous a remis tout récemment, à ce propos, une étude fort intéressante qui a été transmise à la commission.

Cet avant-projet comportera, en outre, une étude détaillée des conditions dans lesquelles les groupements régionaux d'électriciens pourront être affiliés à notre syndicat. Nous serons heureux de répondre ainsi à des sentiments qui nous ont été exprimés de divers côtés par de nombreux industriels électriciens.

Adhérents et affiliés, sectionnés pour obtenir une protection plus efficace des intérêts particuliers à chaque groupement, se trouveront, de cette façon, plus étroitement associés sur le terrain commun des questions important d'une manière générale à nos industries.

MM. Eschwège et Sautter espèrent pouvoir soumettre cet avant projet à la commission dans un délai très rapproché.

Affaires diverses. — En exécution d'une délibération du conseil municipal de la Ville de Paris, en date du 13 juillet 1906, une subvention de 250 francs a été allouée, pour l'année 1906, au syndicat professionnel des industries électriques. Tout en regrettant profondément que le conseil municipal ait cru devoir, cette année, réduire de moitié une subvention qu'il a déjà diminuée considérablement depuis plusieurs années, M. le Président a adressé à M. le Président du conseil municipal les plus vifs remerciements de notre Chambre syndicale.

M. le Président rappelle qu'une vacance va se produire à la Chambre de commerce de Paris par suite du départ de M. Sciama qui n'est pas rééligible.

Après avoir consulté plusieurs anciens présidents, il a prié M. Gaston Sautter de vouloir bien représenter les industries électriques au sein de cette assemblée. Notre collègue y a consenti et sa candidature est posée aux prochaines élections qui doivent avoir lieu au commencement de décembre 1906.

La loi du 13 juillet 1906, établissant le repos hebdomadaire en faveur des employés et ouvriers, a remis à un règlement d'administration publique le soin de donner la nomenclature des industries comprises dans les catégories figurant sous les n[os] 10 et 11 de son article 3.

Plusieurs de nos collègues, fabricants d'accumulateurs, ont fait remarquer très judicieusement à ce propos que toute interruption de travail entraînerait,

dans leur industrie spéciale, la perte du produit en cours de fabrication. M. le Président a donc adressé à M. le Ministre du commerce, de l'industrie et du travail une requête tendant à faire classer l'industrie des accumulateurs dans la nomenclature de celles qui seront comprises dans la catégorie déterminée au n° 11 de l'article 3 de ladite loi.

Pour répondre aux désirs qui nous ont été exprimés récemment, les *Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons* ont été détachées de la *Série de Prix* et éditées en une petite brochure séparée d'un format facile à mettre en poche. Cette brochure est en vente à la librairie Chaix, 20, rue Bergère, et au secrétariat du syndicat au prix de 0 fr. 75.

Nous croyons utile de rappeler à MM. les électriciens, entrepreneurs et architectes, qu'ils trouveront dans ces instructions des renseignements utiles à la bonne exécution des installations électriques qu'ils auront à réaliser, à diriger ou à vérifier.

Sur la proposition faite par notre Chambre syndicale, à l'occasion de la dernière assemblée générale, M. le Ministre du commerce, de l'industrie et du travail a bien voulu accorder des médailles d'honneur du travail à ceux de nos collaborateurs désignés ci-après :

Beaudoing (Joseph-Riton), en service à la Société des usines Bergès, à Lancey (Isère), depuis trente-et-un ans. Coquet (Louis), id , depuis trente-cinq ans. Milliat dit Rigard (Joseph), id., depuis trente-quatre ans, neuf mois.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Accumulateurs.

368 586. — Borel et Dénéreaz. — Batterie d'accumulateurs (2 août 1906).

368 591. — Bila. — Plaque positive indéformable d'accumulateur (2 août 1906).

Applications diverses.

368 361. — Aswerus. — Barrière actionnée électriquement (25 juillet 1906).

368 387. — Société Abel Pifre et Cie. — Manœuvre électro-mécanique à blocage pour ascenseurs (26 juillet 1906).

368 518. — Société Abel Pifre et Cie. — Manœuvre électrique des ascenseurs (30 juillet 1906).

Canalisations.

368 607. — Bœhm. — Distributeur de courant continu pour l'utilisation des sources de force variables (4 août 1906).

368 695. — Soc. anonyme des tubes de Valenciennes. — Fabrication des poteaux métalliques tubulaires à tronçons soudés pour supports de lignes aériennes (7 août 1906).

368 696. — De la Mathe. — Câbles armés à plusieurs conducteurs (7 août 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Electricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

Divers.

368 659. — Deutsche Telephonwerke. — Commande à distance des signaux (6 août 1906).

Eclairage et Lampes.

368 506. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Filaments en carbure de vanadium (30 juillet 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

368 454. — Heymann. — Electrode (27 juillet 1906).

368 474. — Joël. — Electrode (28 juillet 1906).

368 631. — Rœchling'sche Eisen und Stahlwerke et M. Rodenhauser. — Obtention de laitiers dans les fours électriques de métallurgie (4 août 1906).

368 715. — Salpetersaüre Industrie Gesellschaft. — Traitement des gaz par l'arc voltaïque (8 août 1906).

368 716. — Salpetersaüre Industrie Gesellschaft. — Procédé électrolytique pour la concentration de l'acide azotique (8 août 1906).

368 717. — Salpetersaüre Industrie Gesellschaft. — Production d'arcs à flammes de haute tension pour le traitement de l'air et des gaz (8 août 1906).

Electrothermie.

361 831. — Platschick. — Four électrique (9 octobre 1905).

368 409. — Morani. — Four électrique (17 avril 1906).

368 480. — Rochling'sche Eisen und Stahlwerke et M. Rodenhauser. — Electrode pour fours électriques (28 juillet 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

368 340. — Ketchum. — Dynamo électrique à induit sans fil (24 juillet 1906).

368 345. — Volkmann. — Machine à influence (24 juillet 1906).

368 486. — Preuss. — Balais pour dynamos (28 juillet 1906).

368 577. — Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Dispositif permettant de diminuer le travail à vide des machines électriques à volant (2 août 1906).

368 604. — Allgemeine Elektricitæts G. — Réglage des machines monophasées (3 août 1906).

368 647. — Société alsacienne de constructions mécaniques. — Fabrication des tubes isolants pour les machines dynamo-électriques (4 août 1906).

Traction.

368 341. — Turner, Dixon et Stewart. — Commande automatique des aiguilles (24 juillet 1906).

368 372. — Rêve. — Tête de trolley gyrotype (25 juillet 1906).

368 535. — Société française Sprague. — Contrôle pour trains à unités multiples électriques (31 juillet 1906).

368 648. — Société alsacienne de constructions mécaniques. — Prise de courant (4 août 1906).

Transformateurs.

368 595. — Limb. — Soupape électrolytique (1er août 1906).

BIBLIOGRAPHIE

Turbinen und Turbinenanlagen (*Turbines et installations de turbines*), par Victor Gelpke, ingénieur. Un volume format 190 × 270 mm, de VII-181 pages, avec 52 figures et 31 tables hors texte. Prix, relié : 15 mark. (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1906.)

L'ouvrage ci-dessus est destiné à la fois au praticien et à l'étudiant. Son auteur était tout particulièrement qualifié pour écrire une étude documentée des turbines hydrauliques, ayant eu l'occasion dix années durant, de recueillir de nombreuses données sur la question, d'abord comme ingénieur auprès de la maison Th. Bell et Cie, et ensuite comme ingénieur en chef de l'entreprise Escher, Wyss et Cie, de Zurich. M. Victor Gelpke insiste longuement, d'une part, sur les principes à suivre dans le calcul des devis, en indiquant de nouvelles méthodes pour la détermination des dimensions à donner aux aubes; d'autre part, il présente toute une série de nouvelles formes de construction, et cela sans perdre de vue les besoins de la pratique. Il s'est attaché en outre à exposer, à l'usage des praticiens encore peu expérimentés, les détails des formes les plus modernes qui, malgré leur importance dans la construction d'une installation, n'ont pas toujours été traités jusqu'ici, par la littérature technique, avec une ampleur en rapport avec la valeur qu'ils comportent. M. Gelpke a divisé son livre en trois grandes parties respectivement consacrées au calcul des turbines hydrauliques, à la construction des roues et à l'ensemble des installations. Dans les 31 tables qui suivent le texte, on rencontre des plans complets d'installations actuellement existantes, exécutées par les maisons Escher, Wyss et Cie, Th. Bell et Cie et J.-J. Rieter et Cie.

Répertoire des industries Gaz et Electricité, 1906-1907 Un volume format 18 × 11,5 cm, de 748 pages. Prix : 3 francs. (Paris, librairie Jeanmaire.)

Cet annuaire, destiné spécialement aux gaziers et aux électriciens, contient de nombreux renseignements pouvant les intéresser.

On y trouve, dans la première partie, les jugements des tribunaux administratifs et civils rendus en 1905, à la suite de litiges concernant les industries du gaz et de l'électricité, les lois et règlements promulgués en 1905, la liste des brevets délivrés et des livres techniques publiés pendant cette même année et enfin le cours des matières premières et des frêts maritimes et fluviaux.

La deuxième partie est un aide-mémoire pratique, contenant des tables usuelles et des documents techniques.

La troisième partie comporte la liste des sociétés savantes et syndicats professionnels des industries du gaz et de l'électricité, la liste alphabétique des administrateurs et directeurs de compagnies ou de sociétés, des ingénieurs, experts, etc., et la liste, par départements, des usines à gaz et des stations centrales d'électricité.

Les quatrième et cinquième parties, consacrées respectivement au gaz et à l'électricité, donnent des listes de compagnies ou de sociétés, de villes ou localités éclairées au gaz et à l'électricité et des adresses de fournisseurs et d'appareilleurs.

Très complet en ce qui concerne l'industrie du gaz, il l'est moins en matière d'industrie électrique.

Appareils électro-médicaux. *Notice sur leur maniement et catalogue illustré de MM. Richard, Ch. Heller et Cie, 18, cité Trévise, Paris*, 4e édition. Un volume, format 25 × 17 cm, de LXI-380 pages avec nombreuses figures.

Ce catalogue très intéressant est précédé d'une introduction constituant un véritable précis d'électricité médicale, dans lequel le constructeur a pris le soin d'indiquer le mode d'emploi de tous les appareils, ainsi que de rappeler les principes d'électricité que le médecin doit connaître pour utiliser judicieusement les appareils électriques à l'art de guérir.

Quant au catalogue proprement dit, il ne comporte pas moins de 14 chapitres, dans lesquels on ne se borne pas à donner une simple nomenclature des appareils, mais qui contient également de nombreuses indications pratiques.

Ces 14 chapitres sont les suivants :

I. Galvanisation, bains hydro-électriques, électrolyse et cataphorèse.
II. Faradisation.
III. Franklinisation.
IV. Galvanocaustique, endoscopie et diaphanocospie.
V. Accumulateurs.
VI. Appareils d'adaptation pour brancher les instruments sur les distributions d'énergie des stations centrales.
VII. Electromoteurs pour opérations chirurgicales, massage vibratoire, etc.
VIII. Faradisation sinusoïdale (voltaïsation).
IX. Rayons X.
X. Arsonvalisation.
XI. Appareils phothérapiques.
XII. Bains électriques d'air chaud.
XIII. Thérapeutique électro-magnétique.
XIV. Divers.

Cette publication, véritable aide-mémoire et manuel pratique d'électrothérapie, sera utilement consulté par tous les médecins.

CHRONIQUE

Le tramway électrique Indianopolis-Toledo (Etats-Unis).

Le *Street Railway Journal* donne les détails ci-après sur l'outillage électrique du tramway destiné à relier Indianopolis à Toledo (Etats-Unis).

La longueur totale du parcours à desservir est de 220 km. On se propose d'installer une usine centrale et 10 sous-stations fixes, avec une 11e qui sera mobile. La tension adoptée pour le transport à distance de l'énergie est de 33 000 volts. On doit assurer à la fois un service de voyageurs et un service de marchandises. L'usine centrale sera dotée, provisoirement, de 2 turbo-

générateurs à 1000 kw, de 3 chaudières tubulaires horizontales et de l'outillage nécessaire pour obtenir une surchauffe de 13 atmosphères, ainsi que l'alimentation mécanique des foyers, le chauffage préalable et enfin une condensation par surface. La tension du courant fourni par les groupes électrogènes, 2300 volts avec 25 périodes, sera élevée à 33 000 volts au moyen de 6 transformateurs à huile, chacun de 350 kw. En outre, la même usine centrale renfermera 1 convertisseur tournant pour 400 kw sous 650 volts et 3 transformateurs à basse tension pour 405 volts. L'excitation des dynamos principales s'obtiendra au moyen de 2 machines excitatrices et d'un générateur de 40 kw sous 120 volts. Les sous-stations contiendront des convertisseurs triphasés, chacun ayant une puissance de 400 kw et pourvu de 3 transformateurs de 150 kw. Le matériel roulant se composera provisoirement de 11 automotrices à 4 moteurs, chacune d'une puissance de 75 ch. — G.

Un nouveau succès du système radiotélégraphique « Telefunken ».

L'*Elektrotechnische Anzeiger* signale un succès récemment obtenu par le système radiotélégraphique allemand « Telefunken ». Le paquebot « Bremen » du Lloyd nord-allemand, au cours d'une traversée d'Allemagne à New-York, a reçu exactement, quatre jours durant, au moyen de ses appareils Telefunken, et cela jusqu'à une distance de 2500 km, des messages qui lui étaient transmis par la station radiotélégraphique de Nauen. Ce résultat mérite d'autant mieux de retenir l'attention que les radiogrammes lancés par Nauen devaient, sur plus de la moitié de leur parcours, franchir des espaces occupés par des terres; il prouverait que l'entreprise du Telefunken est aujourd'hui en mesure, aussi bien que la compagnie Marconi, de transmettre régulièrement des informations de presse aux paquebots qui font la traversée de l'Atlantique. — G.

La station radiotélégraphique de Nauen (Allemagne).

La société allemande « Telefunken » a récemment édifié à Nauen, à 40 km au N.-O. de Berlin, une grande station radiotélégraphique. La tour, en fer, mesure 100 m de hauteur. Le dispositif radiateur consiste en 770 fils aériens qui descendent du sommet de la tour, en forme de parapluie, jusqu'à la base circulaire de la même tour. Le réseau de fils recouvre une superficie de 60 000 m². Les fils de terre ont un développement de 54 km; ils couvrent une superficie de 126 000 m². La source d'énergie consiste en un groupe électrogène, formé d'une locomobile à vapeur et d'une dynamo à courant alternatif; cette dernière, en faisant 120 tours par minute, débite un courant de 24 kw à 50 périodes. Ce courant a sa tension élevée, par 6 transformateurs, à 100 000 volts, après quoi il sert à charger 360 bouteilles de Leyde. Les décharges de ces dernières produisent des détonations semblables à des coups de foudre; elles ont leur durée réglée par un appareil Morse placé dans la salle d'opérations. Le réglage du récepteur téléphonique, installé dans la même salle, s'obtient au moyen d'appareils spéciaux disposés sur un tableau de distribution. Une différence de 5 0/0 dans la longueur d'onde employée suffit pour rendre le récepteur insensible. On a déjà communiqué, de Nauen, avec le paquebot *Bremen*, qui se trouvait alors à une distance de 2400 km; avec Saint-Pétersbourg, 1350 km; avec la station militaire suisse de Righi-Scheidegg, 800 km.

Le service de la station de Nauen peut être assuré par deux personnes seulement : un chauffeur qui exécute tous les gros travaux et un télégraphiste. — G.

La hausse des prix du cuivre.

En constatant que les cours du cuivre viennent d'atteindre des chiffres inconnus depuis 1888, l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* remarque que la marche ascensionnelle de ces cours semble devoir persister encore. La hausse actuelle, suivant la revue viennoise, est attribuable non pas tant aux manœuvres de la spéculation qu'à l'énorme consommation de l'industrie électrotechnique, laquelle a dû augmenter son activité pour satisfaire aux besoins plus grands de ses anciens marchés et en outre pour alimenter des marchés nouveaux, particulièrement en Chine et dans l'Inde. Bien que, l'année dernière, la production du cuivre ait augmenté de 10 0/0, les mines américaines espagnoles et japonaises ne parviennent pas à satisfaire aux exigences croissantes. Une circonstance qui contribue en outre à la hausse actuelle, c'est que l'Amérique, le pays le plus gros producteur de cuivre, doit conserver pour ses propres besoins une grande partie du métal sortant de ses mines. — G.

Nouvel isolateur pour haute tension.

Nous empruntons à notre confrère l'*Elettricità* la description d'un nouveau type d'isolateur pour haute tension dû à M. Semenza et conçu en vue d'éviter les pertes d'isolement par les fortes pluies. Au lieu de compter sur la cloche extérieure au-dessus de laquelle est placé le fil pour garantir la partie inférieure de l'isolateur contre la pluie, comme cela se pratique dans les types ordinaires d'isolateurs, on place à la partie supérieure une large pièce protectrice qui recouvre l'isolateur comme une sorte de parapluie, ce qui permet de réduire très notablement les dimensions des cloches inférieures. D'autre part, cette sorte de toit n'a pas besoin d'être fait en porcelaine de qualité supérieure, puisqu'elle n'est pas destinée à maintenir l'isolement. L'isolateur complet de ce nouveau type est beaucoup plus léger que l'ancien pour la même tension, dans des conditions analogues et a de plus l'avantage d'être moins haut, de sorte que le point d'attache du fil est abaissé; il résulte de ces propriétés que l'effort exercé sur les poteaux par l'ensemble de l'isolateur et de la ligne est beaucoup plus faible.

Des isolateurs de ce type ayant des dimensions très réduites ont donné aux essais d'excellents résultats jusqu'à des tensions de 110 000 volts par des temps très pluvieux.

On estime de 30 à 40 pour 100 l'économie de frais d'établissement réalisée sur l'ancien type jusqu'à des tensions de 40 000 volts; cette économie serait encore supérieure pour des tensions de 80 000 à 90 000 volts.

A. B.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 830 24 Novembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (Janvier-Juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE
DANS LE TUNNEL DU SIMPLON

Depuis plusieurs années déjà et bien avant que l'Administration des chemins de fer fédéraux de la Suisse eût pris la décision d'adopter la traction électrique pour la traversée du tunnel du Simplon, la plupart des grandes maisons de constructions électriques avaient mis à l'étude ce projet intéressant.

Les avantages que présente la traction électrique sur la traction à vapeur, dans ce cas particulier, étaient évidents, notamment en ce qui concerne la suppression de la fumée due aux locomotives à vapeur, ce qui aurait exigé une installation spéciale pour assurer une bonne ventilation, installation présentant de très grandes difficultés, surtout dans un tunnel de cette longueur.

D'autre part, les grands progrès réalisés en matière de traction électrique durant ces dernières années permettaient de l'adopter sans crainte sur une ligne aussi importante.

Dès 1905, la maison Brown, Boveri et Cie de Baden (Suisse) fit à l'Administration des chemins de fer fédéraux la proposition d'installer la traction électrique dans le tunnel du Simplon et prenait l'engagement de terminer les travaux pour l'époque à laquelle l'exploitation devait commencer, c'est-à-dire au moment de l'inauguration de l'Exposition internationale de Milan.

La maison Brown-Boveri offrait de mettre alors toute l'installation électrique à la disposition de l'Administration des chemins de fer pour que celle-ci puisse alors établir, en service normal, une comparaison sérieuse entre la traction électrique et la traction à vapeur. Les essais comparatifs devaient être d'autant plus intéressants que la ligne du Simplon comporte des profils et des conditions d'établissement s'écartant sensiblement de ceux des lignes ordinaires.

La proposition de MM. Brown, Boveri et Cie ne fut acceptée qu'à la fin de l'année 1905, ce qui ne laissait aux constructeurs qu'un délai excessivement court pour remplir leurs engagements.

On choisit alors le système de traction électrique le plus approprié aux circonstances et qui, grâce à l'expérience acquise, présentait le plus de garanties de bon fonctionnement C'était le système à courants triphasés.

MM. Brown, Boveri et Cie avaient, à cette époque, en construction, deux locomotives électriques à courants triphasés de 900 à 1000 ch de puissance. Ces locomotives étaient destinées à la Compagnie des chemins de fer de l'Adriatique pour être mises en service sur le réseau de la Valteline. Grâce à l'obligeance de la Compagnie italienne, les constructeurs purent disposer de ces deux machines pour les utiliser sur la ligne du Simplon.

Du choix du système triphasé, il ne s'ensuit pas que MM. Brown, Boveri et Cie aient écarté par principe tous les autres systèmes de traction électrique, notamment celui reposant sur l'emploi du courant alternatif simple dont ils reconnaissent certains avantages; mais, comme ces constructeurs avaient déjà réalisé avec plein succès des installations à courants triphasés, ils ont estimé que ce système pouvait rendre d'aussi bons services que les autres. En effet, MM. Brown, Boveri et Cie avaient déjà, à cette époque, équipé plusieurs réseaux de tramways et de chemins de fer électriques triphasés parmi lesquels nous citerons : le tramway électrique de Lugano, les chemins de fer à crémaillère du Gornergrat et de la Jungfrau, les lignes de chemins de fer de Stansstad-Engelberg et de Berthoud-Thoune, le tramway de Schwyz-Seewen, etc., qui tous ont donné d'excellents résultats. C'est donc en se fondant sur l'expérience acquise que le système triphasé a été adopté.

Nous allons maintenant décrire l'installation du Simplon telle qu'elle existe actuellement.

Usines génératrices. — Le délai laissé aux constructeurs depuis l'acceptation de leur projet jusqu'à l'époque de l'ouverture de l'exploitation étant des plus restreints, ils se sont trouvés dans la nécessité d'utiliser le matériel existant dans les deux usines génératrices hydraulico-électriques de Brigue et d'Iselle qui, lors des travaux de percement du tunnel, fournissaient l'énergie électrique nécessaire aux nombreuses machines employées sur les chantiers.

Moyennant quelques modifications, les deux usines purent être transformées en stations génératrices provisoires, fournissant le courant nécessaire à la traction. Plus tard, on construira une grande usine génératrice centrale qui remplacera les deux anciennes, dont le fonctionnement pourrait ne pas toujours présenter les garanties nécessaires au point de vue de la bonne marche.

Le courant est produit actuellement dans les deux stations de Brigue et d'Iselle sous la tension de 3300 volts à la fréquence de 16 périodes par

seconde. Cette tension se prête parfaitement à l'alimentation directe des moteurs, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'emploi de transformateurs réducteurs.

A Brigue, l'usine comporte un alternateur triphasé de 1200 ch, fonctionnant à la vitesse angulaire de 160 tours par minute. Il est commandé par courroies; l'arbre de transmission est actionné par deux turbines, système Escher, Wyss et Cie, ayant chacune une puissance de 600 ch et fonctionnant sous une hauteur de chute de 44,6 m.

Le courant d'excitation est fourni par une dynamo de 95 ch.

est installé un alternateur de 1500 ch accouplé directement à une turbine hydraulique double, système Picard et Pictet de Genève, dont chaque section développe normalement 750 ch. Cette turbine fonctionne sous une hauteur de chute de 140 m à la vitesse angulaire de 960 t : m; elle est munie d'un régulateur hydraulique de précision qui permet de maintenir une vitesse constante.

Ce groupe générateur peut être surchargé par à-coups jusqu'à 1800 ch et au dessus.

Le courant d'excitation est fourni, sous 125 volts, par une dynamo de 95 ch.

Installation électrique. — Comme on le

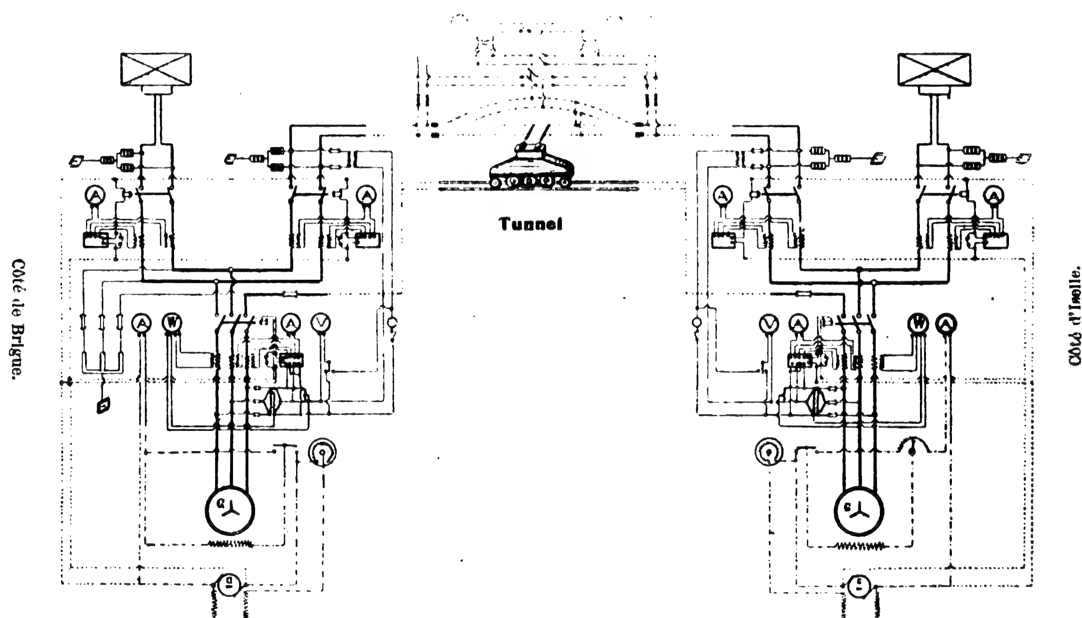


Fig. 1. — Schéma des deux centrales et de la station du tunnel.

A = Ampèremètres. G = Alternateurs triphasés. V = Voltmètres.
E = Mises à la terre. G= = Génératrices à courant continu. W = Wattmètres.

Ce groupe générateur peut momentanément être surchargé jusqu'à 1500 ch et au delà.

Les turbines n'ayant pas été munies d'un régulateur automatique, on a dû, pour maintenir une vitesse constante, intercaler dans le circuit de la génératrice une résistance liquide d'une valeur suffisante pour pouvoir absorber, le cas échéant, la totalité de l'énergie produite par l'alternateur. Un régulateur spécial fait varier automatiquement la valeur de cette résistance suivant la charge de la ligne, de façon à faire toujours fonctionner l'alternateur à pleine charge et, dans ces conditions, les variations de vitesse ne sont plus à craindre.

Tous les feeders sont établis avec des fils aériens.

Dans l'usine hydraulico-électrique d'Iselle,

voit sur la figure 1, donnant le schéma des connexions de toute l'installation, deux des phases du courant sont reliées respectivement aux deux lignes aériennes de prise de courant, la troisième est mise en communication avec les rails.

L'ensemble de la ligne à traction électrique est divisé en cinq sections :

1° De la station de Brigue à l'entrée du tunnel,

2° Moitié nord du tunnel,

3° Croisement au milieu du tunnel,

4° Moitié sud du tunnel,

5° De la sortie du tunnel à la station d'Iselle.

A Brigue, à Iselle, ainsi qu'à la station située au milieu du tunnel, on a installé des interrupteurs qui peuvent être manœuvrés par le per-

sonnel affecté à ce service et prévenu téléphoniquement de l'ordre de mise en circuit ou d'interruption.

Ligne électrique. — Les lignes aériennes de prise de contact à deux fils, en dehors du tunnel, sont suspendues, de distance en distance, à des fils porteurs transversaux tendus entre des poteaux doubles, en tubes de fer étiré, placés de chaque côté de la voie. Dans les courbes, ces poteaux sont renforcés par un troisième, en vue d'augmenter leur résistance à la flexion.

A Brigue, il y a un système séparé de poteaux pour chaque voie, ce qui assure une grande solidité à la ligne et permet, en outre, de régler chacune d'elles sans toucher aux autres.

A Iselle, il n'a pas été possible de séparer les différentes lignes, les voies étant trop rapprochées les unes des autres pour qu'il fût possible de placer des poteaux entre elles. On s'est alors trouvé dans l'obligation de suspendre les fils transversaux à deux poteaux, situés de part et d'autre de la largeur de toutes les voies et d'appliquer le principe de la suspension en chaînettes.

Dans le tunnel, les lignes de prise de courant sont fixées à des fils transversaux allant d'une paroi à la paroi opposée et fixés au moyen de pièces en bronze, cimentées directement dans le revêtement du tunnel.

On a simplifié autant qu'il était possible l'installation des suspensions transversales. Afin de leur assurer une grande solidité, elles ont été faites d'une seule pièce dans toute leur longueur, et l'on a renoncé à l'emploi de boules isolantes et autres accessoires qui aurait eu l'inconvénient de compromettre la solidité de l'ensemble. L'isolement est simplement obtenu en fixant chacune des extrémités du fil de suspension à une pièce en porcelaine, munie d'un dispositif permettant de tendre le fil à volonté.

Dans les parties droites de la ligne, les fils de suspension sont disposés de 25 en 25 m et seulement de 12,50 m en 12,50 m dans les courbes. Cet écartement est bien suffisant, car, par suite de la constance de la température à l'intérieur du tunnel, il a été possible de tendre les lignes de prise de courant assez fortement pour que la flèche soit très faible, même dans une portée de 25 m.

Afin d'éviter une chute de tension trop considérable dans la ligne du tunnel, qui a près de 20 km de longueur, et aussi pour ne pas recourir l'emploi de transformateurs, il a fallu donner aux conducteurs installés dans le parcours du tunnel une section plus forte que celle adoptée pour ceux de la ligne extérieure qui ont 50 mm², soit 8 mm de diamètre. A cet effet, on se trouvait en présence de deux solutions, ou bien utiliser un seul fil par conducteur d'un diamètre plus fort, ou bien en utiliser deux de section plus petite.

C'est la seconde solution qui fût adoptée et cela pour les raisons suivantes :

1° Parce que le diamètre de 8 mm est la dimension la plus courante pour les lignes de prise de courant, et qu'il y a plus de chances d'avoir un fil bien homogène et dur qu'avec un fil de plus grande section;

2° Parce qu'un fil de 8 mm se manie plus facilement qu'un fil plus gros;

3° Parce que le fait d'avoir 2 fils par conducteur assure une plus grande surface de contact aux archets,

En plus de ces avantages, le service, dans le cas de 2 fils, n'est pas interrompu si l'un d'eux vient à se rompre, car le courant peut être amené au besoin par l'autre jusqu'à ce que l'on puisse mettre la ligne hors circuit pour remplacer le fil rompu.

Les lignes de prise de courant sont fixées aux fils trans- versaux au moyen d'isolateurs de construction spéciale.

On a employé pour leur fabrication 2 isolants différents, l'ébonite et la porcelaine, de façon à assurer une isolation parfaite et adaptée aux conditions peu favorables dans lesquelles se trouve la ligne (haute température, humidité, etc.).

Ces isolateurs se composent d'une pièce en ébonite en forme de boulon, à laquelle est fixée le conducteur. Ce boulon est supporté par une traverse en bronze enchassée profondément à ses deux extrémités dans de robustes isolateurs en porcelaine. Pour rendre le joint plus élastique, on a entouré de chanvre et d'amiante les extrémités de cette traverse, extrémités qui sont destinées à être vissées dans l'isolateur. Des pièces en bronze, dans lesquelles sont encastrées les extrémités de ces isolateurs de porcelaine permettent de fixer le tout au fil transversal.

Ces isolateurs assurent un bon isolement, car, dans le cas où l'un des isolants présenterait un défaut, l'autre isolant serait toujours assez résistant pour empêcher des pertes trop grandes, permettant ainsi de continuer provisoirement le service jusqu'au moment propice pour effectuer la réparation de l'isolateur défectueux. Du reste, cette réparation peut se faire

très rapidement, toutes les pièces de l'isolateur pouvant être remplacées séparément.

Depuis l'ouverture de l'exploitation, on procède régulièrement à une vérification périodique des isolateurs; chacun d'eux peut supporter une tension normale de 18 000 volts.

Les pièces isolantes, soit en ébonite, soit en porcelaine, qui entrent dans la constitution de ces accumulateurs, ont été chacune essayées séparément sous une tension de 10 000 volts. Dans ces conditions, l'isolateur complet peut résister à une différence de potentiel de 30 000 à 40 000 volts, ce qui est plus que suffisant pour la tension de service de 3300 volts, même dans l'atmosphère chaude et humide du tunnel.

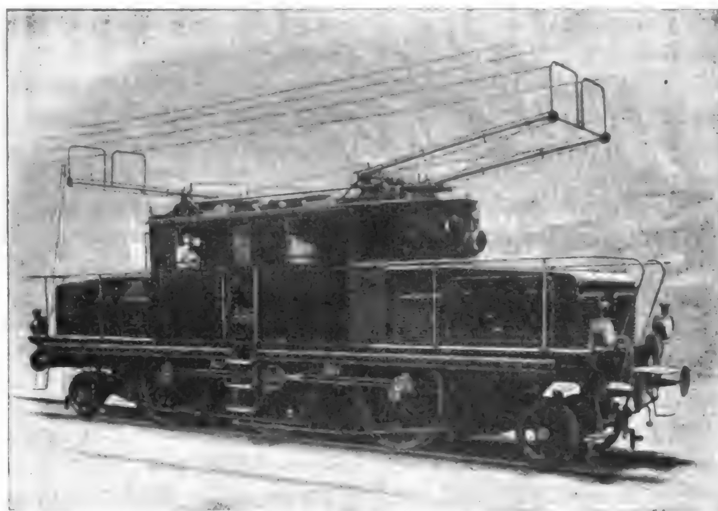
Afin d'obtenir une usure aussi régulière que possible des archets de prise de courant, les lignes ont été disposées en zigzag sur les suspensions transversales.

Eclissage électrique des rails. — La troisième phase du courant fourni par les génératrices est reliée aux rails de la voie qui sont éclissés d'après le procédé Brown, Boveri et C[ie]. Ce système de connexion comporte l'emploi d'éclisses mécaniques pour amener le courant d'un rail à l'autre, à l'exclusion d'éclisses électriques ou de câbles de connexion en cuivre.

Pour effectuer les joints de rails, on décape d'abord toutes les surfaces, qui doivent donner passage au courant, à l'aide d'un jet de sable projeté par une soufflerie construite spécialement pour cet usage. Les surfaces une fois décapées sont alors enduites d'une légère couche de pâte spéciale ayant pour objet d'empêcher complètement toute oxydation des surfaces de contact. Les éclisses sont ensuite boulonnées comme d'habitude aux rails et la connexion est ainsi établie d'une façon durable. Ce système très simple a toujours donné d'excellents résultats et, lors des essais récents qui ont été effectués à Brigue, on a constaté que la conductance des joints était aussi bonne que si l'on avait fait usage d'un rail homogène.

Locomotives électriques. — Actuellement le service est assuré par les deux locomotives Brown-Boveri, dont il a été déjà question. Comme réserve provisoire, on dispose de trois locomotives électriques du chemin de fer de la Valteline.

Le type définitif de locomotive a été l'objet d'une étude approfondie de la part des ingénieurs du chemin de fer de la Valteline, des ingénieurs de la fabrique suisse de locomotives de Winthertur et enfin de ceux de la Société Brown-Boveri.


Fig. 2.

A la suite de cette étude, l'on a adopté le type qui va être décrit.

C'est une locomotive à bogies avec cinq essieux, dont trois moteurs et deux porteurs (fig. 2 et 3). Les deux moteurs de traction seraient placés entre les trois roues motrices et agiraient sur celle du milieu au moyen d'une barre les reliant rigidement. Cette roue entraînerait à son tour chacune des deux autres au moyen d'une bielle d'accouplement, afin d'éviter l'emploi de tout engrenage.

Il a paru préférable de ne pas caler les moteurs sur l'essieu même pour ne pas avoir à effectuer un démontage beaucoup plus com-

pliqué, entraînant celui de l'essieu et des roues motrices.

Les données principales de ce type de locomotive sont les suivantes :

Distance séparant les bogies. 7,000 mètres.
Diamètre des roues motrices. 1,640 —
— porteuses. 0,850 —
Poids adhérent. . . . . . 42 tonnes.

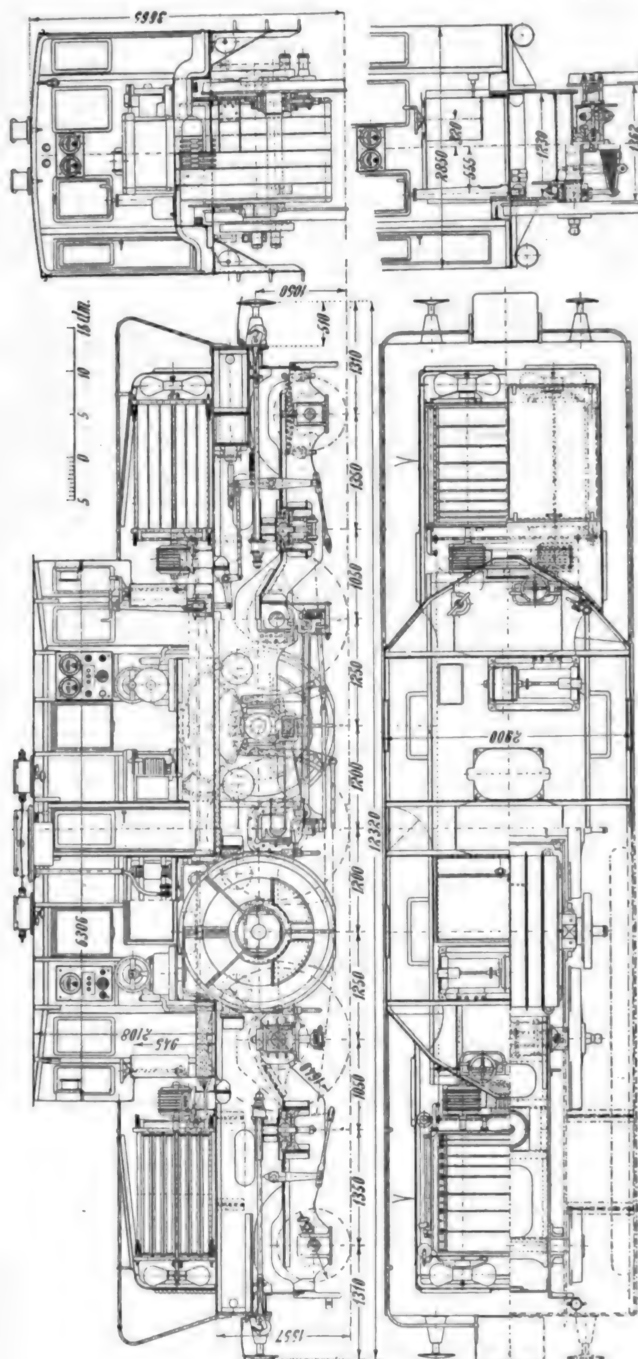


Fig. 3. — Locomotive électrique.

Longueur entre tampons. . 13,320 mètres.
— totale entre essieux. . . . . 9,700 —
Distance séparant les essieux moteurs. . . . . . . 4,900 —

Poids de l'équipement mécanique. . . . . 34 tonnes.
Poids de l'équipement électrique. . . . . 28 —
Poids total. . . . . 62 —

Puissance normale des deux moteurs réunis.	900 chevaux.
Puissance maximum. . . .	2 300 —
Poids d'un moteur avec sa transmission.	10,75 tonnes.
Vitesses normales par heure.	34 et 68 km.
Effort de traction normal, à la vitesse de 68 km : h. . .	3 500 kg.
Effort de traction maximum.	9 000 —
Effort de traction normal, à la vitesse de 34 km : h. .	6 000 —
Effort de traction maximum.	14 000 —

vitesse, ils ne développent chacun que 390 ch et à grande vitesse, 450 ch, en marche normale. Ils peuvent d'une façon continue, supporter une surcharge leur permettant de développer jusqu'à 575 ch.

Ces moteurs présentent la particularité de permettre l'obtention de deux vitesses par la commutation du champ tournant, c'est-à-dire par changement du nombre de pôles et non pas, comme dans les moteurs triphasés utilisés par la maison Ganz sur les lignes de la Valteline, par le couplage en cascade. Grâce à ce dispositif, il a été possible de diminuer le poids

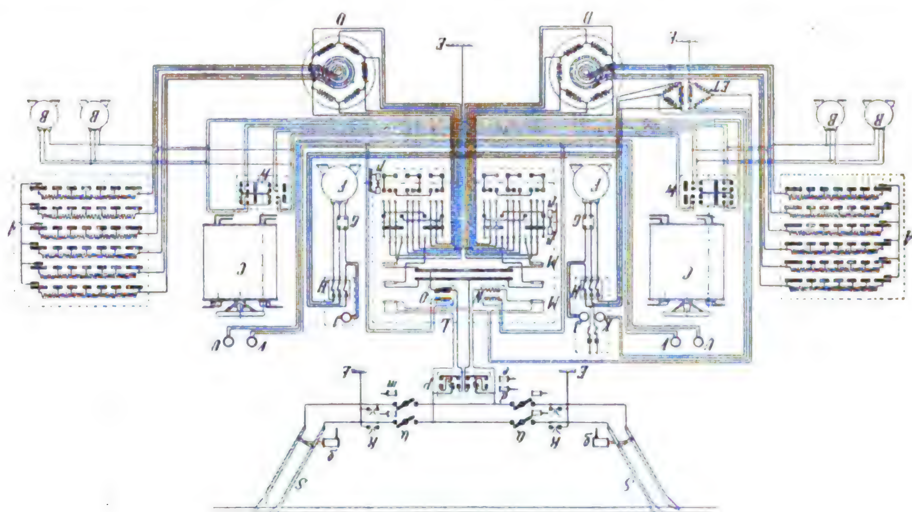


Fig. 4. — Schéma des connexions de la locomotive.

A = Résistances de démarrage.
B = Moteurs pour les ventilateurs.
C = Coupleurs.
D = Moteurs de traction.
E = Mises à la terre.
F = Moteurs pour les compresseurs.
G = Interrupteurs automatiques pour les moteurs F.
H = Interrupteurs.
J =, K =, N =, O =, ET =, U =, V = Interrupteurs et appareils de mesure.
L = Caisse pour les appareils à haute tension.
M = Coupe-circuits.
S = Archets de prise de courant.
W = Commutateurs pour les moteurs des ventilateurs.

Ce type de locomotive a été calculé très largement puisque, pour démarrer à grande vitesse (68 km : h) en remorquant un train de voyageurs de 300 tonnes, il faut, pour obtenir l'accélération prescrite de 0,15 m par seconde, un effort de traction de 7500 kg; en démarrant à petite vitesse (34 km : h) avec un train de marchandises de 400 tonnes, il faut un effort de traction de 9000 kg pour obtenir l'accélération prescrite de 0,11 m par seconde. Ces données s'appliquent à l'accélération en palier.

Moteurs de traction. — Les moteurs de traction ont chacun une puissance de 450 chevaux et seront alimentés par des courants triphasés à 16 périodes, sous une tension de 2700-3000 volts. Leur puissance momentanée peut atteindre 1150 ch. Toutefois, à petite

du moteur de 2,5 tonnes, ce qui fait que les moteurs de ce système, relativement à leur puissance, sont les plus légers que l'on ait construit jusqu'à présent. En effet, pouvant développer une puissance maximum de 1150 ch, ils ne pèsent que 10,5 tonnes, y compris les bielles d'accouplement.

Pour obtenir la variation du nombre de pôles, le stator est muni de six bornes qui, au moyen d'un commutateur, peuvent être reliées soit en triangle, soit en étoile. Les six enroulements du stator n'en forment que trois; lorsqu'on utilise le montage en triangle, le rotor a alors 16 pôles et, à la vitesse angulaire de 112 t : m, correspond une vitesse de marche de 34 km : h; avec le montage en étoile, le rotor n'a plus que 8 pôles et sa vitesse angulaire est doublée,

soit 224 t : m correspondant à 68 km : h.

Le rotor comporte un enroulement à 6 phases, consistant en deux groupes de 3 phases, afin que, lors de la commutation faisant varier le nombre de pôles, la disposition des champs magnétiques ne nécessite aucune modification des enroulements.

Installation électrique de la locomotive. — Les courants de deux des trois phases, amenés par les lignes aériennes, sont captés par les archets que porte la locomotive (fig. 4) et arrivent à un interrupteur de secours, logé dans le toit de la locomotive, après avoir traversé des parafoudres et un interrupteur de ligne. De cet interrupteur, les courants vont directement à deux barres collectrices, passent dans des fusibles et arrivent à l'inverseur des phases des moteurs, afin d'obtenir à volonté la marche en avant ou la marche en arrière de la locomotive.

De là, le courant de chacune des deux phases est amené aux moteurs après avoir traversé le commutateur de pôles servant à obtenir la marche à grande ou à petite vitesse.

Le courant de la troisième phase, amené par les rails de roulement, traverse comme ceux des deux autres phases l'inverseur et le commutateur de pôles avant d'arriver aux moteurs.

Coupleur. — Un coupleur est utilisé pour la commande de tous les organes nécessaires à la marche : inverseur, commutateur de pôles et résistances de démarrage des moteurs. Cet appareil est des plus simples. Il est muni de deux poignées : l'une pour la commande pneumatique de l'inverseur et l'autre pour celle du commutateur; il comporte, en outre, un volant pour la manœuvre des résistances.

Toutes les manœuvres, sauf celle des résistances, sont effectuées par l'intermédiaire de relais à air comprimé, ce qui simplifie beaucoup l'installation.

Inverseur. — L'inverseur est constitué par un cylindre mobile en bois sur lequel sont disposés des plots en cuivre destinés à établir les connexions nécessaires avec les plots ou contacts placés sur la partie fixe de l'appareil.

Les deux inverseurs, affectés respectivement à l'un des moteurs, sont actionnés par le même relais, afin de pouvoir provoquer la marche en avant ou en arrière de la locomotive en agissant indifféremment sur l'un ou l'autre des deux coupleurs.

Commutateur de pôles. — Cet appareil est de construction identique à celle de l'inverseur et ne comporte que deux positions : l'une pour obtenir la vitesse de marche de 34 km : h; l'autre pour la grande vitesse de 68 km : h.

Résistances. — La commande des résistances de démarrage des moteurs s'effectue à l'aide d'un volant placé sur le coupleur. Ce volant est relié par une chaîne de transmission aux contacts glissants des résistances qui ne sont pas, comme d'habitude, logées dans le coupleur. Cette disposition simplifie beaucoup la construction du coupleur et facilite considérablement la vérification des contacts.

Les résistances sont installées à l'avant et à l'arrière de la locomotive, en dehors de la cabine du mécanicien; chaque moteur comporte sa série de résistances.

Ces rhéostats sont établis avec des fils de *rhéotane*, alliage dont la résistivité est très grande. Pour rendre ces résistances facilement accessibles de tous les côtés, on a disposé, en plusieurs endroits du compartiment où elles sont placées, des volets faciles à enlever; en outre, elles sont montées sur des cadres glissant dans des rainures horizontales, ce qui permet de les enlever facilement et de les vérifier sans difficulté. Quatre ventilateurs, disposés par groupes de deux, à l'avant et à l'arrière de la locomotive (fig. 4) assurent un refroidissement suffisant. Ces ventilateurs sont actionnés par de petits moteurs intercalés dans le circuit du rotor des moteurs de traction. Dans ces conditions, les ventilateurs sont mis en marche dès que les moteurs de traction démarrent; les petits moteurs qui les actionnent sont automatiquement mis hors circuit, dès que les moteurs de traction ont atteint leur vitesse normale, c'est-à-dire au moment où les résistances sont mises en court-circuit et où la ventilation devient inutile.

Les soupapes de commande des différents organes qui viennent d'être décrits ne sont pas indépendantes l'une de l'autre; elles sont reliées entre elles, soit pneumatiquement, soit mécaniquement, afin de rendre impossible toute fausse manœuvre.

Interrupteur de secours. — Cet interrupteur bipolaire est installé au milieu de la locomotive, sur le toit; on l'actionne au moyen d'une poignée.

Son déclenchement peut être effectué :

1° A la main, au moyen d'une corde tombant à côté du coupleur et à la portée de la main du mécanicien;

2° Electriquement, au moyen d'un électro-aimant monté en série sur le circuit principal

et fonctionnant avant que le courant ait pu atteindre une intensité dangereuse;

3° Pneumatiquement, au moyen d'un relais à air comprimé qui fonctionne dès que le frein pneumatique vient à être bloqué rapidement et cela, afin de ne pas courir le risque de détériorer les moteurs par suite d'un arrêt brusque du train.

Tous les appareils à haute tension installés sur la locomotive sont enfermés dans une caisse en tôle qui ne peut être ouverte qu'autant que es archets de prise de courant ne sont plus en contact avec les lignes aériennes. L'inverseur et le commutateur de pôles sont plongés dans un bain d'huile et un dispositif spécial permet d'en retirer facilement leurs cylindres de contact pour procéder à leur vérification.

Archets de prise de courant. — Les archets de prise de courant sont au nombre de deux et sont placés l'un à l'avant et l'autre à l'arrière du toit de la locomotive (fig. 4).

Ils se composent de deux parties, l'une inférieure, formée d'un parallélogramme articulé, et l'autre supérieure, constituant le collecteur proprement dit. Cette dernière est articulée plus légèrement et a son point d'appui sur le côté supérieur du parallélogramme, sa course étant limitée de part et d'autre, de sorte qu'en voie normale (la hauteur du fil de ligne étant de 5,2 m), elle peut osciller librement sans déplacer le parallélogramme. En tunnel (hauteur du fil 4,8 m), le système articulé est complètement abaissé, et le profil de la locomotive, dans ces conditions, rentre dans le gabarit-type.

La mise en contact des archets s'effectue au moyen d'un piston à air comprimé commandé par une soupape qui tend ou détend un ressort, ce qui élève ou abaisse les archets.

Lorsque la locomotive a été au repos et que l'air comprimé fait défaut, on met les archets en contact au moyen d'une petite pompe à main et, dès que le contact avec la ligne est établi, les compresseurs se remettent en marche.

Transformateur. — Un transformateur de 7 kw, réduisant la tension de 3000 à 110 volts, fournit le courant nécessaire au fonctionnement des compresseurs d'air et à une partie de l'éclairage. C'est un petit transformateur à bain d'huile, boulonné au plancher de la locomotive et mis à la terre.

Compresseurs d'air. — L'air comprimé est fourni par deux compresseurs Christensen à pistons plongeurs commandés par de petits moteurs électriques.

Ils sont destinés à fournir l'air comprimé nécessaire au frein Westinghouse, à alimenter le sifflet, l'injecteur à sable et tous les appareils de commande pneumatique.

Chacun d'eux produit 415 litres d'air par minute à la pression de 7,5 kg : cm². Cet air est emmagasiné dans quatre récipients de forme cylindrique situés deux à deux de chaque côté de la locomotive.

La mise en marche des compresseurs est obtenue par un interrupteur à main ou automatiquement au moyen d'un régulateur électromagnétique qui met leurs moteurs hors circuit lorsque la pression normale de 7,5 kg : cm² est atteinte, et qui les remet en circuit dès qu'elle descend au-dessous d'un certain minimum.

Toutes les conduites d'air comprimé sont munies de soupapes de retour permettant de manœuvrer avec l'un ou l'autre des coupleurs, de sorte qu'il y a toujours un des deux appareils en réserve.

Eclairage. — L'éclairage sera fourni soit par le transformateur de 7 kw ou par un appareil pour l'éclairage des trains, système Aichelle, qui sera monté sur la locomotive.

On a tenu à avoir un éclairage aussi faible que possible à l'intérieur de la locomotive, de façon à ne pas risquer d'éblouir le mécanicien. A cet effet, on n'a installé qu'une seule lampe à incandescence pour l'éclairage général; cette lampe peut être éteinte à volonté au moyen d'un interrupteur indépendant, de façon à ce que le conducteur puisse la mettre hors circuit dès qu'il peut s'en passer. Pour éclairer les appareils de mesure, on a disposé deux lampes à incandescence avec réflecteurs qui suffisent largement.

En outre, on a établi sur la locomotive quelques prises de courant pour l'éclairage, afin de pouvoir y adapter une lampe portative dans les cas de révision, graissage, etc.

Tableaux. — Tous les instruments de mesure et les appareils auxiliaires à basse tension seront montés sur deux petits tableaux en marbre, fixés contre les parois de la cabine du mécanicien.

Les instruments de mesure pour la haute tension seront munis de petits transformateurs abaissant la tension à 40 volts au maximum. Ils seront montés sur de petits tableaux en marbre disposés au-dessus de chaque coupleur.

DE KERMOND.

LES COMPAGNIES TÉLÉPHONIQUES

EN ANGLETERRE

La grande entreprise de la Compagnie nationale des Téléphones sera reprise par le gouvernement en 1911; elle a donc encore cinq ans et demi de fonctionnement, mais dès maintenant on examine quelles seront les situations relatives des différentes classes d'actionnaires lorsque l'époque du rachat surviendra. Le prix de rachat par le gouvernement sera déterminé par arbitrage, et, en vue de cette future liquidation, le fonds de réserve qui déjà s'élevait à plus de 2 millions de livres st. est continuellement augmenté; c'est ainsi que sur les bénéfices du dernier semestre 120 000 livres ont été mises de côté. La Compagnie a dépensé dans cette entreprise, non compris les terrains et les édifices, près de 12 millions de livres, et avec ses 386 623 bureaux, son exploitation ressort à près de 31 livres par bureau. Les revenus du dernier semestre ont été de 1 195 685 livres et les dépenses d'exploitation représentent les 64,32 0/0 de cette somme. Le gouvernement a reçu comme impôt 113 365, faisant un total de 2 130 000 de livres payé depuis que la Compagnie a commencé son exploitation.

Il est intéressant de mentionner quelques chiffres relatifs à l'exploitation du réseau téléphonique de Londres. Car la capitale de l'Angleterre possède le second réseau du monde entier, celui de New-York étant encore plus important. Actuellement, Londres compte environ 118 000 postes, desquels 84 000 sont montés sur le réseau de la Compagnie nationale, et 34 000 sur celui du Post-Office. La Compagnie compte 54 bureaux dans Londres; la zone desservie est de 640 milles carrés, et entre les points extrêmes on compte une distance de 30 milles (48 km). Le tarif pour emploi illimité est de 17 livres par an.

La Compagnie s'occupe de convertir le fonctionnement de ses grands bureaux d'après le système à batterie centrale qui a d'ailleurs été adopté depuis plusieurs années par toutes les nouvelles installations. Fonctionnent de cette manière les bureaux suivants :

London Wall,	avec	4204	lignes.
Holborn	—	3198	—
North	—	2028	—
Hop	—	2911	—
Kensington	—	2378	—
Battersea	—	1240	—

Dans plusieurs villes de province également, la Compagnie nationale a adopté ce système de fonctionnement pour toutes les nouvelles lignes.

Nous devons mentionner aussi les principaux traits du réseau téléphonique du Post-Office à Londres. Il y a un bureau central et deux principaux bureaux de quartier; ces derniers s'appellent « City » et le premier « Central ». Ils comprennent tous de grands édifices à plusieurs étages; ceux de « City » comptent chacun 26 tableaux donnant communication à 15 480 abonnés; au Central il y a également 26 tableaux desservant 14 040 lignes.

Les autres administrations téléphoniques fonctionnant dans le Royaume Uni en plus de la Compagnie nationale et du Post-Office se composent d'autorités municipales qui desservent cinq villes; mais après quelques années d'expériences, ces municipalités ont compris qu'un réseau téléphonique ne pouvait être administré avec succès de cette manière, surtout en présence des autres services qui leur font concurrence. Depuis quelque temps déjà la corporation de Tunbridge Wells a vendu son réseau à la Compagnie nationale et aujourd'hui Glasgow et Brighton ont résolu de céder leur réseau au Post Office pour une somme assez importante, mais encore inférieure aux dépenses d'installation et d'exploitation.

D'autres villes vont, paraît-il, entrer en négociation dans ce même but avec le gouvernement, après s'être aperçu de l'erreur commise par elles en voulant diriger une entreprise téléphonique.

A Glasgow, la municipalité a dépensé 362 000 livres pour 12 821 postes, soit environ 28 livres par station.

On voit, par ce qui précède, que dans un avenir très proche, tous les réseaux téléphoniques seront exploités par le gouvernement.

A. H. B.

CANALISATION D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

DANS LA MAISON MODERNE

A propos de l'établissement des canalisations d'éclairage électrique dans les immeubles modernes, quelle que soit leur destination : maisons d'habitation, locaux industriels, hôpitaux, etc., l'*Elektrotechnische Anzeiger* fait les recommandations ci-après :

Le plus souvent, on trouve avantageux de placer les conducteurs sous le crépi, et, dans ce cas, il est nécessaire d'employer des fils protégés par une enveloppe en caoutchouc. A cet effet, il importe de choisir un caoutchouc de la meilleure qualité, ni trop cassant ni trop flexible. Il faut apporter le plus grand soin à la pose des conduites en caoutchouc, sur les plafonds ordinaires, les plafonds en béton et les parois massives, sinon on pourra être amené à arracher les planches, à entamer les plafonds, le stuc, les tapisseries. Pour parer à toutes ces conséquences, à la fois fâcheuses et onéreuses, il convient, une fois le gros de la construction

terminé, c'est-à-dire aussitôt que les plâtriers, les menuisiers ont quitté le bâtiment, d'essayer toutes les conduites de la canalisation électrique avec un fil d'acier, éventuellement, en laissant ce fil à demeure dans les conduites. En tout cas, il est indispensable de pourvoir d'un fil pilote les conduites se rendant aux lampes de plafond et celles traversant les passages dangereux; de cette manière, les ruptures, les dérangements éventuels peuvent encore facilement se réparer, ce qui plus tard, une fois les planchers posés, les pièces peintes, les murs revêtus de papier, de marbre ou de stuc, ne pourrait s'obtenir qu'à grands frais. Il faut accorder une grande attention à la pose des fils verticaux, car, lors de l'application des planchers, des marbres, etc , les conduites peuvent facilement s'endommager, entraînant la production d'inévitables courts-circuits. On ne saurait trop recommander, une fois les crépis et enduits achevés, d'ouvrir les boîtes de jonction, afin de faire disparaître l'humidité qui s'est amassée dans les conduites. Il arrive fréquemment que le monteur introduit les fils dans des conduites humides, d'où la formation ultérieure de courts-circuits. Il faut veiller, dès le début, à ce que les conduites en caoutchouc soient convenablement placées, c'est-à-dire qu'elles ne fassent pas saillie au dehors de manière à pouvoir se détériorer, et que les boîtes de jonction et les chevilles des commutateurs viennent affleurer le crépi, afin que l'on n'ait pas ensuite à entamer les murs pour rechercher ces boîtes et ces chevilles. De plus, il faut veiller à ce que les boîtes de jonction ne soient pas logées dans le stuc, et il est prudent de prendre, à cet effet, des informations auprès de l'architecte. Quant aux chevilles des commutateurs, on doit les placer à une hauteur accessible. Les soudures, dans les conduites, doivent être absolument proscrites. Là où le fil ne se laisse pas facilement introduire dans la conduite, on obtient de bons résultats en enduisant de talc le conducteur rebelle. Dans les boîtes de jonction, il faut éviter autant que possible les soudures; celles indispensables doivent être faites avec le plus grand soin et recevoir un bon isolement en caoutchouc; de plus, il ne faut pas négliger d'appliquer à la boîte son couvercle. Ce n'est qu'à la condition d'observer ces précautions qu'on peut obtenir une canalisation d'éclairage électrique donnant satisfaction et éviter des mécomptes.

G.



L'INDUSTRIE ÉLECTROTECHNIQUE EN ITALIE

L'*Elektrotechnische Anzeiger* publie, sur la situation actuelle de l'industrie électrotechnique en Italie, les informations et les réflexions suivantes :

Jusque dans ces derniers temps, l'Italie devait recourir, presque exclusivement, à l'importation, pour subvenir à ses besoins en appareils électrotechniques; mais aujourd'hui, la production indigène se développe et commence à devenir capable, dans certaines branches, de soutenir la concurrence. Ce qui a particulièrement contribué à la création de ce nouvel état de choses, c'est le bon marché de la main-d'œuvre et des droits de douane, ainsi que la configuration physique du pays, surtout dans la haute Italie. L'industrie électrotechnique italienne a surtout progressé par suite des nombreuses sources d'énergie hydraulique disponibles, et mises en valeur à cause du manque de charbon indigène et de la nécessité de faire venir ce combustible à grands frais (30 à 40 fr la tonne) de l'étranger et surtout d'Angleterre. Aujourd'hui l'Italie possède, après la Suisse, les plus importants réseaux de distribution d'électricité, lesquels alimentent en courant, non seulement des villes, mais bien des régions entières. Ce courant est consacré partie à l'éclairage et partie à la force motrice. Les installations actuelles doivent leur existence, pour la plupart, à l'initiative privée. Les installations municipales ne sont, jusqu'ici, qu'en petit nombre. C'est la haute Italie, avec Milan comme centre, qui tient la tête au point de vue électrique. A Milan, deux grandes entreprises se partagent la production et la vente du courant; la Société Edison qui dispose d'un capital-actions de 13 millions de fr, avec de grandes usines hydraulico-électriques à Paderno (environ 15 000 ch) et une station centrale à vapeur dans Milan même (13 200 ch); et la Société lombarde qui possède un capital-actions de 11 millions de fr avec des usines à Vizzola, Turbigo et Castellanza (ensemble près de 13 000 ch). A Turin, on rencontre les stations centrales de la Société de la haute Italie (15 millions de fr de capital avec environ 21 600 ch) et la station centrale de la Société pour les forces hydrauliques du Mont Cenis (4 millions de fr de capital avec 4800 ch). Dans cette même ville, on songe à construire une grande usine municipale de 12 000 ch qui utiliserait l'énergie hydraulique de la Doria Riparia. Venise dispose de

l'usine hydraulico-électrique de la Société des forces hydrauliques du Mont Cenis (4 millions de fr de capital avec 10 400 ch). Dans l'Italie centrale, il convient de citer, au premier rang, Rome qui est desservie par la Société anglo-romaine (14 millions de fr de capital), laquelle transforme en courant, l'énergie des chutes de Tivoli (10 000 ch). La basse Italie a, pendant longtemps, manifesté de l'indifférence pour les installations électriques; mais elle prend actuellement, sur ce terrain, une extension rapide. La Société méridionale d'électricité, au capital de 5 millions de fr, utilise les eaux du Tuzziano et alimente une partie de la province de Naples en lumière et en force motrice. En outre, on songe à créer à Naples une station municipale de 12 000 ch qui utilisera les eaux du Volturne. Actuellement, on rencontre en Italie, environ 107 sociétés, avec un capital-actions de 140 millions de fr au total, qui produisent et distribuent du courant par quantités assez considérables. Quant aux usines électriques privées, elles sont encore plus nombreuses. Ces dernières, ajoutées aux grandes installations de distribution de courant, mentionnées plus haut, représentent environ 500 000 ch. Cette puissance est produite, pour un quart environ, par la vapeur; les trois autres quarts sont empruntés aux chutes d'eau.

L'emploi de l'électricité pour la traction sur les tramways a pris, depuis une douzaine d'années, un développement très considérable. A très peu d'exceptions près, les villes italiennes ont substitué le moteur électrique aux anciens tramways à chevaux ou bien encore ont construit directement des lignes électriques. Les entreprises de tramways sont, pour tout le royaume, au nombre de 23, représentant un capital total de 75 millions de fr. La traction électrique a été, en outre, introduite sur deux lignes de chemins de fer : Milan-Varèse-Porto Cereiso et Lecco-Colico-Sondrio-Chiavenna; elle commence également à s'étendre aux lignes de chemins de fer d'intérêt secondaire. On compte présentement 1150 km de voies ferrées sur lesquels circulent 1650 voitures automotrices. Les usines centrales correspondantes présentent une puissance totale de 43 500 ch, dont 13 500 ch fournis par des chutes d'eau.

L'industrie électrochimique italienne emploie exclusivement l'énergie hydraulique : elle est représentée par huit sociétés assez importantes disposant d'un capital total de 23,7 millions de fr et elle produit surtout du carbure de calcium et de la soude.

Les importantes fournitures en machines électriques, appareils, câbles et conducteurs que nécessite l'activité de toutes ces entreprises proviennent, pour la plupart, de l'étranger. Les grandes maisons allemandes et suisses ont fondé en Italie des succursales qui, toutefois, se bornent à importer, sans fabriquer elles-mêmes. A ces succursales il faut ajouter 10 sociétés indigènes de construction qui disposent d'un capital d'environ 23 millions de fr et qui fabriquent surtout des machines, instruments, câbles, accumulateurs, lampes, appareils téléphoniques et télégraphiques.

Les sociétés électriques italiennes, parmi lesquelles on compte non seulement les entreprises vendant du courant pour l'éclairage ou la force motrice, mais encore les compagnies téléphoniques, se sont constamment développées de 1882 à 1903, malgré quelques périodes d'arrêt que l'on note en 1891, 1892 et 1897. En 1882, on ne comptait que trois entreprises d'électricité, disposant d'un capital de 3,5 millions de fr; en 1903, il y en avait 37, avec un capital social de plus de 100 millions de fr, lequel a produit, pour cette même année de 1903, un revenu de 7 millions de fr.

G.

L'ÉLECTRICITÉ DANS LES ATELIERS
EN ANGLETERRE

Chaque année, des documents officiels sont publiés en Angletere relativement aux usines et ateliers et comprennent des rapports statistiques établis par les inspecteurs du travail qui détaillent ainsi ce qu'ils y ont vu dans leurs tournées. Ces inspecteurs doivent vérifier si toutes les entreprises industrielles sont dirigées et administrées conformément aux lois et règlements en vigueur et l'on comprend facilement que ces enquêtes contiennent souvent des faits intéressants.

L'une des parties de ce gros volume, qui comprend plus de 450 pages, est consacrée aux progrès industriels et l'on remarque que beaucoup de ces inspecteurs font ressortir comme l'un des plus importants progrès réalisés en 1905, la commande électrique et les matériels générateurs à gaz. Le rapport concernant le comté de Kent montre que la vapeur et le gaz ont été remplacés par l'électricité dans beaucoup d'usines, mais que les producteurs de gaz constituent encore pour cette année la grande généralité. Dans Southampton, la même remar-

que est également faite, les générateurs à vapeur faisant place au gaz et les ateliers de réparations ayant adopté la commande électrique. Le nombre de ces appareils producteurs de gaz s'est rapidement accru, non seulement dans les villes du district de Southampton, mais encore dans des usines isolées comme dans certaines minoteries. Dans le nord de Londres, les moteurs électriques continuent à remplacer les moteurs à gaz spécialement pour les petites puissances; l'inspecteur de ce district consigne certaines observations relatives aux turbines à vapeur. Dans l'une des stations d'éclairage électrique de Londres où plusieurs turbines ont été récemment installées, il en est résulté des vibrations et un bruit incroyable. Des écrans, des étouffoirs ont été placés devant les fenêtres pour en diminuer l'effet dans le voisinage, mais ce fut en vain. Dans le nord de Londres, la principale petite industrie qui a adopté le plus complètement la commande électrique sont les ateliers de chaussures et de vêtements ainsi que les tourneurs en bois. Dans l'est, l'inspecteur remarque une tendance accentuée à remplacer la vapeur par le gaz et plus encore par l'électricité; la commande électrique étant appliquée de préférence dans les travaux qui nécessitent une force motrice intermittente. L'inspecteur de Plymouth trouve également que ces moteurs supplantent dans beaucoup de cas les moteurs à gaz et à vapeur et il en développe la raison en ces termes : « La difficulté de démarrage des moteurs à gaz et le bruit qu'ils font a été pour beaucoup dans cette substitution; sans compter la nécessité d'avoir des chaudières qui exigent une surveillance journalière. Dans les comtés de Devon et de Cornwall, le gaz est en faveur, mais les moteurs électriques sont très employés dans la pulvérisation de l'étain. Dans l'ouest de Londres, les travaux des inspecteurs ont été compliqués par suite de l'ouverture des nombreux garages de voitures automotrices, car la plupart de ces dépôts se sont adjoint des ateliers de réparations avec moteurs à commande mécanique ou électrique.

Un inspecteur de Northampton fait une allusion spéciale au développement des moteurs électriques pour la commande d'une foule de petits travaux qui, à Northampton, Bedford et Luton, étaient précédemment effectués à la main.

L'adoption toujours croissante des moteurs électriques alimentés par distribution extérieure a forcément réduit le travail et la vérification des inspecteurs quant aux engrenages et aux arbres de transmission dans l'intérieur des usines. En plus de ces observations que l'on trouve dans le rapport des inspecteurs, on doit remarquer un travail fort minutieux relatif à l'énergie électrique dans les ateliers et signé par M. Scott Ram, l'inspecteur électricien du gouvernement. Il publie les statistiques montrant qu'il existait en janvier 1906 213 000 ch, consommés en moteurs électriques alimentés par les réseaux de distribution urbains non compris la distribution fournie par les compagnies privées. Il parle aussi de l'agitation qui s'est produite dans Londres relativement aux projets de distribution de l'énergie.

M. Ram fait remarquer à ce sujet que pour pouvoir fixer aux abonnés un tarif bon marché il ne faut pas que le capital engagé soit considérable. Or la plupart de ces projets prévoient, afin de pouvoir desservir une très large zone, une transmission à de très hautes tensions, ces tensions étant ensuite réduites dans des sous-stations et ces installations exigent des dépenses énormes. Afin de les réduire autant que possible, on économise sur les frais de distribution à l'abonné et sur la surveillance, d'où il résulte de nombreux accidents, et le rapport de M. Ram en relève un certain nombre. En 1905 il en note trente-cinq dont trois suivis de mort. Ces accidents parviennent pour la plupart de manipulation aux tableaux de distribution alors que l'on croyait le circuit interrompu sur les appareils en question ; huit de ces accidents sont survenus en nettoyant des appareils en circuit. Bien qu'en résumé, le nombre ne soit pas très élevé, les blessures ont été toujours très graves; et si la majorité de ces accidents résultent de négligences, il faut remarquer que pour six d'entre eux, ils ont été provoqués par des défauts dans les appareils.

Les accidents qui proviennent de la manipulation de conducteurs parcourus par un courant sont toujours à prévoir et ne peuvent être évités qu'en supprimant absolument ces manœuvres. La plupart d'entre elles sont d'ailleurs le plus souvent inutiles et on pourrait certainement les effectuer lorsque le circuit est interrompu; enfin, dans d'autres cas, les tableaux devront être toujours divisés en sections; ces sections seront alors isolées du circuit lorsque les besoins du service l'exigent. L'un des accidents survint à un homme pendant qu'il examinait un transformateur à 6000 volts dont il avait enlevé l'écran protecteur; il fut grièvement blessé et perdit deux doigts de la main droite. Une autre cause de danger et de pratique cou-

rante réside dans l'habitude de replacer des fusibles entre des conducteurs à haute tension; un ouvrier qui exécutait cette manœuvre avait bien pris la précaution de se tenir sur une plaque de caoutchouc; mais il ne se servit pas de gants isolants, mit, par inadvertance, l'un des pieds sur les plaques de fer du sol et fut tué. Des souliers à semelle de gutta devraient toujours être employés et nous croyons d'ailleurs que leur usage se répand de plus en plus. Cet accident attire l'attention sur le danger qui existe à poser des plaques de fer sur le sol en face du tableau, quand bien même elles seraient recouvertes de plaques de caoutchouc.

Le réglage des balais est également une source de dangers et certains accidents sont survenus de ce fait; l'une des victimes avait, par exemple, négligé de mettre des gants isolants pour régler les balais d'un redresseur travaillant à haute tension. Sa main avait touché la partie métallique de la clé avec laquelle il opérait. La forme de cette clé avait d'ailleurs en partie contribué à provoquer cet accident. Il y avait bien une poignée isolante mais sans disque d'arrêt, de sorte que la main avait glissé sur la poignée et était venue s'appliquer sur le métal.

Dans les stations génératrices privées on a compté 18 accidents, mais aucun mortel; 9 sont survenus au tableau, 4 dans le réglage des balais et 5 pour causes diverses.

Dans les usines on relève 118 accidents et 4 suivis de mort. Deux de ces derniers sont dus à des conducteurs mal protégés, un à un manque de soin, on ignore la cause du quatrième cas. Quant aux autres, 25 proviennent de la manipulation de commutateurs, 9 du remplacement de fusibles, 22 sont provoqués par des appareils défectueux. Dans 17 cas, ce sont des ouvriers habiles qui ont été frappés en manipulant des conducteurs; dans 7 autres cas ce sont des ouvriers ignorants. Neuf hommes ont été foudroyés sur des ponts roulants électriques et huit en vérifiant des appareils en service. Les accidents survenus dans la manipulation des commutateurs et qui causent souvent de graves brûlures aux mains et à la figure de l'opérateur sont généralement dus à des défauts de construction et souvent aussi à l'absence de précautions. Ceux qui sont provoqués par les fusibles sont dus à l'emploi des fils nus sur les fusibles fixés en général immédiatement en dessous du commutateur commandant le circuit. Ce sont de vieilles méthodes que l'on devrait abandonner; les fusibles devraient toujours être protégés de manière à ne pouvoir être cause d'accidents graves lorsqu'ils fondent et lorsqu'il faut pourvoir à leur remplacement. Beaucoup des accidents provoqués de fait des appareils proviennent de dispositifs mobiles, tels que lampes, prises de courants, perceuses portatives.

La plupart des dangers et accidents qui peuvent se produire dans des stations génératrices et dans les usines employant la commande électrique sont décrits dans le rapport de M. Ram. Il parle également du nouveau procédé électrique de blanchiment des farines récemment appliqué dans les minoteries. Ce procédé consiste à provoquer des décharges ou arcs dans des espaces clos, à travers lesquels une pompe fait circuler de l'air, dont une partie est ainsi convertie en oxydes d'azote. Ce courant d'air ionisé est envoyé dans un agitateur, passe à travers la farine et la blanchit. Comme ce procédé nécessite l'emploi de hautes tensions, il convient de prendre certaines précautions contre les décharges.

A. H. B.

DÉCRET FIXANT LE TAUX DES REDEVANCES

IMPOSÉES AUX CONCESSIONNAIRES DE PRISES D'EAU SUR LES COURS D'EAU NAVIGABLES OU FLOTTABLES

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la loi du 8 avril 1898 sur le régime des eaux, et notamment l'article 44 ainsi conçu :

« Les concessionnaires sont assujettis à payer une redevance à l'Etat d'après les bases qui seront fixées par un règlement d'administration publique » ;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

Art. 1er. — La redevance imposée par la loi du 8 avril 1898 aux concessionnaires de prises d'eau sur les fleuves et rivières navigables ou flottables est calculée d'après les bases ci-après :

§ 1er. — Pour les concessions de force motrice :

La redevance est fixée au dixième de la valeur locative de la force motrice brute concédée;

§ 2. — Pour les concessions servant à l'irrigation et à la submersion :

La redevance est fixée au dixième de l'aug-

mentation brute du revenu due à l'emploi des eaux concédées, déduction faite de l'intérêt à 6 0/0 des dépenses de premier établissement des ouvrages (barrages, prises d'eau, canaux d'amenée, fossés de colature, etc.), ainsi que du prix annuel d'entretien de ces ouvrages.

§ 3. — Pour les concessions ou autorisations de prises d'eau autres que celles précédemment définies.

La redevance est fixée à 10 centimes par mètre cube pouvant être prélevé ou dérivé en vingt-quatre heures, toute fraction de mètre cube étant comptée pour 1 m.

Est exempt de toute redevance le puisage par le public de l'eau indispensable aux besoins ordinaires de la vie, sous réserve des redevances qui seront dues pour occupation du domaine public comme il est dit à l'article 2.

Art. 2. — Les redevances établies par le présent décret sont indépendantes : 1° de celles qui sont exigibles, le cas échéant, à raison des occupations temporaires qui peuvent être la conséquence des installations de prise d'eau; 2° des contributions à imposer au concessionnaire, en vertu de l'article 34 de la loi du 16 septembre 1807, à raison de l'utilisation de barrages ou autres ouvrages intéressant à la fois l'Etat et les particuliers.

Art. 3. — Le chiffre de la redevance qui sera inscrit dans l'acte de concession est proposé par les ingénieurs et arrêté définitivement par l'administration des finances, suivant les règles de compétence établies pour la location des biens de l'Etat.

Toutefois, en cas de désaccord entre les agents locaux des services intéressés sur le chiffre de la redevance, ce chiffre sera fixé par le ministre des finances.

Art. 4. — Dans le cas où une concession de force motrice ou de prise d'eau a pour objet d'assurer un service public non susceptible de bénéfices, la redevance fixée à l'article 1er peut être réduite au chiffre nominal de 1 fr sur la proposition des ingénieurs.

S'il y a désaccord sur le caractère de la concession entre les deux administrations des finances et des travaux publics, la question est tranchée par le Conseil d'Etat.

Art. 5. — Le pétitionnaire doit, avant la signature de l'acte de concession, souscrire une soumission, sur papier timbré, portant acceptation du chiffre de la redevance.

Art. 6. — Le chiffre de la redevance sera revisé dans les délais fixés par l'acte de concession et, au plus tard, tous les trente ans.

Art. 7. — Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes et le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris le 13 juillet, 1906.

A. Fallières.

Par le Président de la République :

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,
Louis Barthou.

Le ministre des finances,
Poincaré.

BIBLIOGRAPHIE

Le carbone et son industrie, par Jean Escard. Un volume format 25 × 16 cm, de XVIII-784 pages avec 129 figures. Prix : 25 francs (Paris, Dunod et Pinat, éditeurs).

L'étude complète du carbone et de ses variétés, au point de vue industriel, constitue un travail très important, bien fait pour tenter un écrivain aussi consciencieux que l'est M. Escard.

Cette monographie est de nature à intéresser tous les industriels, car ils y trouveront de nombreux renseignements présentant pour eux un intérêt tout particulier.

Après un exposé général des propriétés des différentes variétés de carbone : diamant, graphites, charbons, noirs industriels et houille, exposé dans lequel on trouve tout ce qu'il est utile de connaître touchant les propriétés physiques et chimiques de ces corps, M. Escard aborde l'étude du diamant et de ses applications. Un chapitre spécial est consacré aux gisements diamantifères et au commerce des diamants.

Le mode de formation du diamant dans la nature et les essais de reproduction artificielle de cette précieuse substance sont exposés avec une grande clarté.

Le graphite et les charbons électriques sont ensuite étudiés longuement et cette partie importante de l'ouvrage intéressera tout spécialement les électriciens qui y trouveront de nombreux renseignements de la plus grande utilité. L'auteur a insisté sur les caractères physiques et chimiques des nombreuses variétés de graphite en faisant ressortir les applications spéciales et nettement caractérisées de chacune d'elles. Il décrit ensuite avec soin les principaux gisements de graphite naturel ainsi que les divers procédés de fabrication des graphites artificiels que le four électrique permet aujourd'hui d'obtenir.

Le chapitre consacré aux carbones amorphes : charbon de bois, noirs industriels, coke, charbon de cornue, présente également un grand intérêt. Le lecteur y trouvera des renseignements précis, parfaitement coordonnés.

Les deux derniers chapitres, consacrés à la houille et à ses différentes variétés, ne contiennent pas seulement l'étude de leurs propriétés. On y trouve également un exposé complet des applications industrielles et une description, soigneusement faite, des gisements dans lesquels on trouve la houille, la tourbe, le lignite, etc., aussi bien en France qu'en Europe et dans les autres parties du monde.

L'auteur a complété cette partie de son travail par l'exposé de quelques considérations nouvelles sur l'épuisement des mines de charbons et sur le combustible de l'avenir.

M. Escard a aussi formulé, en maints endroits de son travail, ses propres hypothèses sur la formation de certaines variétés de carbone, parallèlement à celles qui ont été formulées par différents auteurs. Les études particulières des gisements faites par l'auteur ainsi que les nombreux travaux qu'il a pu suivre dans les mines l'ont mis en mesure de traiter la question du carbone avec une grande compétence.

Il est certain que cette monographie, la première publiée sur l'industrie du carbone, trouvera auprès de tous les industriels l'excellent accueil qu'elle mérite.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Accumulateurs.

368 774. — Ziegenberg. — Accumulateurs au peroxyde de plomb-zinc (10 août 1906).

368 812. — Ziegenberg. — Charge des accumulateurs plomb-zinc (11 août 1906).

Eclairage et lampes.

368 832. — Peck et Favero. — Lampes à incandescence (13 août 1906).

368 870. — Crawford. — Fabrication des filaments de lampes à incandescence (14 août 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

368 787. — Grob. — Installation électrique à turbodynamos et à accumulateurs (10 août 1906).

368 889. — Henrion. — Porte-balais (16 août 1906).

Instruments de mesure.

368 819. — Féry. — Galvanomètres thermiques (11 août 1906).

Télégraphie.

368 784. — Basset. — Appareil récepteur de télégraphie sans fil (10 août 1906).

368 894. — Von Lepel. — Indicateur d'ondes électriques (16 août 1906).

Téléphonie.

368 867. — Harden. — Porte-récepteur téléphonique (14 août 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

CHRONIQUE

Conservatoire national des Arts et Métiers.

COURS PUBLICS ET GRATUITS DE SCIENCES APPLIQUÉES AUX ARTS

Année 1906-1907.

Parmi les nombreux cours professés au Conservatoire national des Arts et Métiers, nous citerons les suivants qui peuvent tout particulièrement intéresser les industriels électriciens et leur personnel :

Mécanique appliquée aux arts.

Les Lundis et Jeudis, à neuf heures un quart du soir.

M. E. SAUVAGE, professeur. Le cours ouvrira le Lundi 5 novembre

Moteurs hydrauliques. — Lois du mouvement des liquides, aménagement des chutes d'eau. — Roues hydrauliques. — Turbines à réaction, à impulsion. — Moteurs à piston. — Transmission hydraulique de la puissance motrice.

Machines élévatoires. – Appareil de transport direct; pompes à piston; pompes centrifuges. — Béliers hydrauliques.

Air comprimé. — Lois de la compression de l'air. — Ventilateurs; machines soufflantes; compresseurs. — Moteurs à air comprimé.

Machines frigorifiques : à air, à liquides volatils, à affinité. — Applications du refroidissement artificiel.

Appareils de levage et de manutention : appareils portatifs; grues à pivot, grue monorail; ponts transbordeurs. — Appareils de manutention des charbons. — Distribution de la puissance motrice dans les ateliers.

Principes généraux de la construction des pièces de machines. — Mesure et vérification de ces pièces.

Physique appliquée aux arts.

Les Lundis et Jeudis, à huit heures du soir.

M. J. VIOLLE, professeur. Le cours ouvrira le Lundi 5 novembre.

I. *Le son* : Nature et caractères du son, mouvement vibratoire. — Intervalles musicaux. — Propagation du son; vitesse, échos. — Instruments de musique à vent, à cordes, etc. — Intensité, timbre. — Acoustique des salles de réunion.

II. *La lumière. — Optique géométrique.* — Propagation rectiligne. — Réflexion; miroirs. — Réfraction; prismes et lentilles. — Dispersion; spectroscopie, mesure des indices de réfraction, achromatisme. — Instruments d'optique. — Météores lumineux : arc en ciel, halos.

Optique physique. — Nature vibratoire de la lumière. — Interférences et diffraction : réseaux. — Mesure des longueurs d'onde. — Polarisation. — Double réfraction. — Polarimètres et saccharimètres.

Electricité industrielle.

Les Mercredis et Samedis, à huit heures du soir.

M. MARCEL DEPREZ, professeur.

Le cours ouvrira le Mercredi 7 novembre.

Etudes des lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme au point de vue spécial de leur application à l'industrie. — Lois de la transmission de l'énergie sous toutes ses formes au moyen de l'électricité. — Appareils destinés à la mesure des grandeurs électriques.

Théorie générale des machines destinées à produire un courant électrique au moyen d'un travail mécanique ou inversement.

Métallurgie et Travail des métaux.

Les Mardis et Vendredis, à huit heures du soir.

M. U. LE VERRIER, professeur.

Le cours ouvrira le Mardi 6 novembre.

Travail des métaux : Fonderie et moulage. — Procédés de travail (forgeage, laminage, emboutissage, etc.). — Applications de l'électricité au travail des métaux. — Machines-outils.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie.

Les Mercredis et Samedis, à neuf heures un quart du soir.

M. E. JUNGFLEISCH, professeur.

Le cours ouvrira le Mercredi 7 novembre.

Métaux : Généralités sur les métaux; classification des métaux; combinaisons des métaux avec les métalloïdes et combinaisons salines; alliages. — Histoire particulière des métaux utiles; modes d'extraction, propriétés, combinaisons diverses, notions analytiques. — Applications industrielles des métaux et des combinaisons métalliques.

Constructions civiles.

Les Lundis et Jeudis, à neuf heures un quart du soir.

M. J. PILLET, professeur. Le cours ouvrira le Lundi 5 novembre.

LA SCIENCE APPLIQUÉE A LA CONSTRUCTION

I. *Résistance des matériaux et stabilité des constructions.*

II. *Confort et salubrité* : Chauffage, ventilation, éclairage, électricité, acoustique.

Economie politique et Législation industrielle.

Les Mardis et Vendredis, à huit heures du soir.

M. E. LEVASSEUR, professeur.

Le cours ouvrira le Mardi 6 novembre.

I. *Consommation des richesses.* — Epargne, consommation personnelle et consommation reproductive. L'enrichissement des nations. — La fortune des Français. — Le coût de la vie.

II. *Population.* — Recensement. — Natalité, nuptialité, mortalité. — Emigration et colonisation. — Les populations du globe.

III. *Finances.* — Fonctions de l'Etat. — Les impôts. — Le budget des recettes et des dépenses. — Les dettes publiques.

Economie industrielle et Statistique.

Les Mardis et Vendredis, à neuf heures un quart du soir.

M. ANDRÉ LIESSE, professeur.

Le cours ouvrira le Mardi 6 novembre.

LA PRODUCTION DES RICHESSES

Les éléments de la production. — Les agents naturels et l'homme. — Influence des milieux. — Le travail musculaire et mental. — Division du travail. — Le travail et l'alimentation. — Rôle des inventions dans le progrès industriel. — Machines et procédés nouveaux; « la houille blanche » et le transport de la force à distance.

Les entreprises industrielles et commerciales. — Création et direction des entreprises. — Importance de la comptabilité. — Grandes et petites entreprises. — Concentration des industries et des capitaux. — Dimension des entreprises. — Etude spéciale de l'industrie textile et en particulier de l'industrie de la soie en France.

Assurance et Prévoyance sociales.

Les Mardis et Vendredis, à huit heures du soir.

M. L. MABILLEAU, professeur.

Le cours ouvrira le Mardi 6 novembre.

LES ASSURANCES SOCIALES

I. Les divers modes d'intervention sociale : *assistance, prévoyance, assurance.* — Distinction et coordination de ces modes. — Le domaine propre de l'assurance; ses méthodes.

II. Les assurances sociales. — Division et classification. — Lois en vigueur et lois en préparation.

III. L'assurance contre les accidents.

IV. L'assurance contre la vieillesse et l'invalidité.

V. L'assurance contre le chômage.

VI. L'assurance sur la vie et contre le décès.

Essai d'une synthèse théorique et pratique des assurances sociales.

Droit commercial.

Les Mercredis, à neuf heures un quart du soir.

M. E. ALGLAVE, chargé de cours.

Le cours ouvrira le Mercredi 7 novembre.

Les diverses espèces de sociétés : Sociétés en nom collectif. — Sociétés en commandite. — Sociétés anonymes. — Sociétés en participation.

L'évolution des sociétés commerciales. — Sociétés de personnes et sociétés de capitaux. — Les trusts et les nouvelles formes de la propriété.

Le contrat de transport.

Hygiène industrielle.

Les Mercredis, à huit heures du soir.

M. le D[r] F. HEIM. Le cours ouvrira le Mercredi 7 novembre.

I. *Hygiène industrielle générale.*

II. *Hygiène industrielle spéciale.*

Conditions et améliorations hygiéniques du travail dans les industries minières, métallurgiques, des pierres et des terres.

Le Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers,

G. CHANDÈZE.

APPROUVÉ :

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie et du Travail,

Gaston DOUMERGUE.

Le Propriétaire-Gérant : L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 831 1er Décembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

LES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
DANS LE JURA

(*Reproduction interdite*).

Le département du Jura compte 87 localités dans lesquelles existe une distribution publique d'énergie électrique, sans tenir compte des installations particulières, assez nombreuses dans cette région de la France.

L'énergie électrique destinée à alimenter ces distributions est produite dans 27 usines génératrices (fig. 1), dont 10 ont établi des canalisations desservant plusieurs localités; les 17 autres ne possèdent qu'un réseau local.

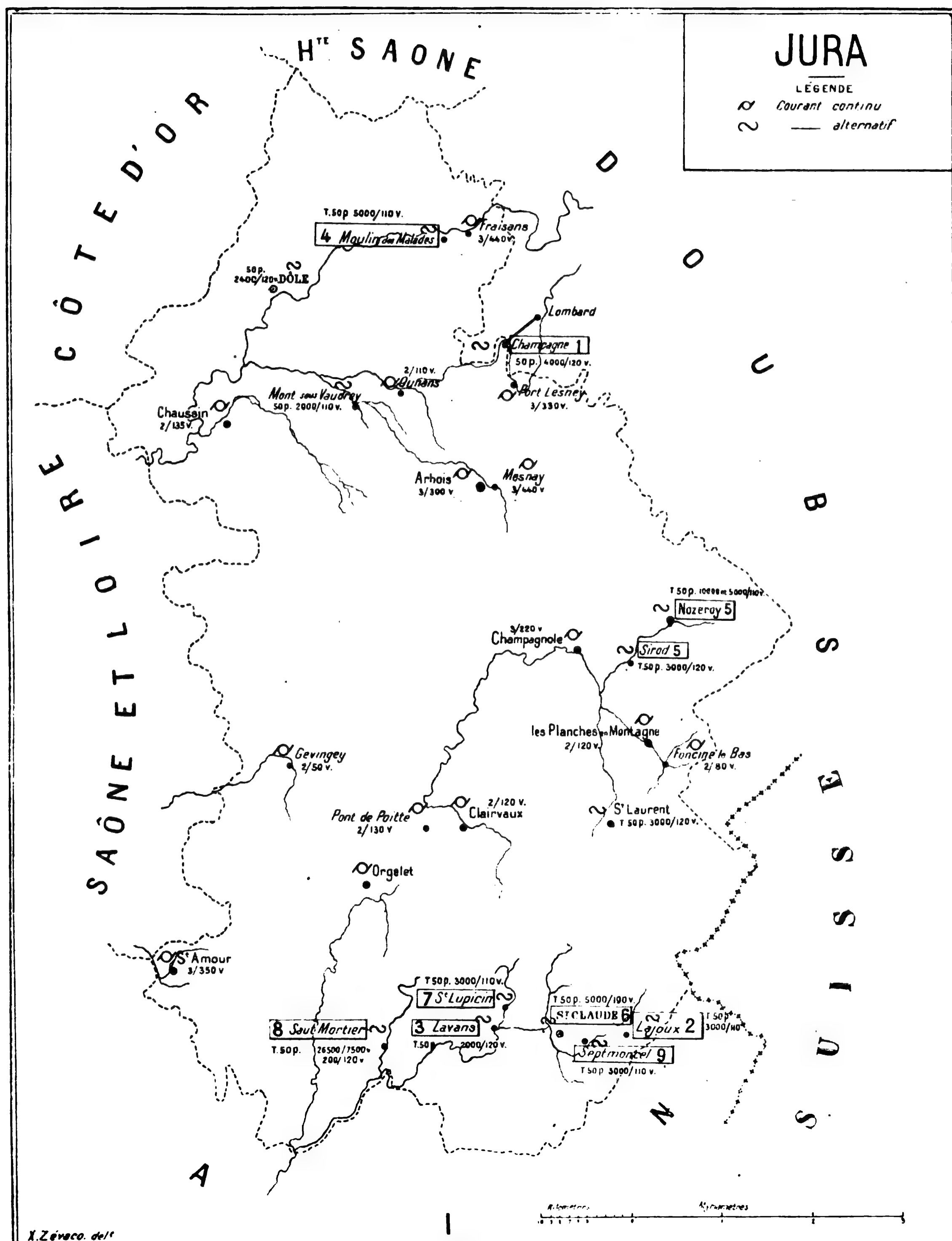


Fig. 1. — Carte des usines génératrices d'énergie électrique du Jura.

Au point de vue de la nature du courant produit, on trouve :

	Usines.
Produisant du courant continu. . .	14
— du courant alternatif simple.	3
— des courants alternatifs triphasés.	10
Total. . . .	27

En ce qui concerne la force motrice nécessaire pour actionner les machines génératrices, ces usines utilisent pour la plupart les forces motrices hydrauliques très abondantes dans cette région montagneuse.

Sur 27 usines génératrices, 23 sont actionnées hydrauliquement; trois d'entre elles ont une installation à vapeur de secours et une, celle de Champagnole, dispose en outre d'un moteur à vapeur et d'un moteur à gaz alimenté par un gazogène Riché.

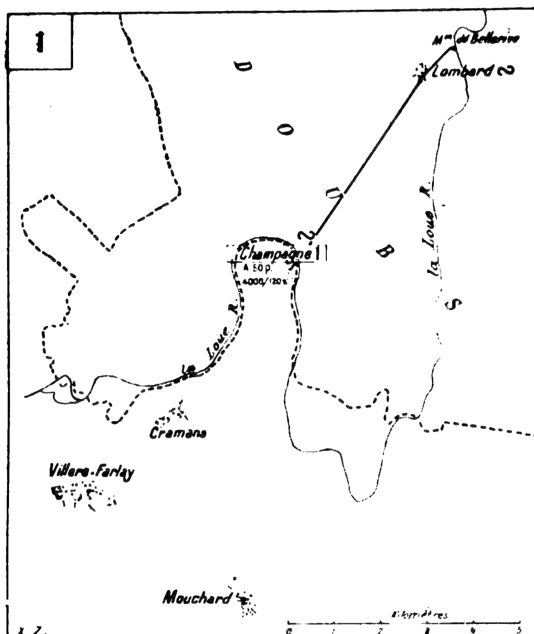


Fig. 2.

La force motrice nécessaire aux 4 autres stations est produite par des moteurs à gaz pauvre pour deux d'entre elles, par un moteur à pétrole pour la troisième et par la vapeur pour la quatrième.

Les 10 usines génératrices fournissant du courant à plusieurs localités et toutes exclusivement actionnées par des forces motrices hydrauliques, sont les suivantes :

Champagne. — Cette usine est exploitée par M. Ritter qui possède également celle de Lombard dans le Doubs (fig. 2). Ces deux usines fonctionnent en parallèle et empruntent leur force motrice hydraulique à la Loue, affluent du Doubs.

Le courant produit est de l'alternatif simple à 50 périodes, distribué à la tension de 4000 volts et utilisé sous 120 volts.

Cette station alimente les localités suivantes :

Champagne (170 hab.);
Cramans (526 hab.);
Mouchard (888 hab);
Villersfarlay (676 hab.);

Lajoux-Mijoux. — Cette station appartient à une société, l'*Union hydro-électrique de Mijoux*, qui a installé son usine dans la localité de Mijoux (Jura), sur un affluent direct du Rhône, la Valserine, qui lui fournit la force motrice nécessaire (fig. 3).

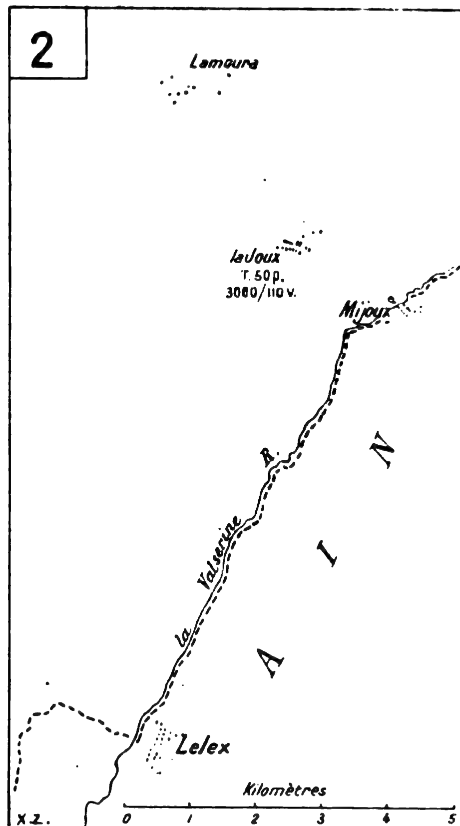


Fig. 3.

Elle produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués à la tension de 3000 volts et utilisés sous 110 volts dans les localités suivantes qu'elle alimente :

Lajoux (553 hab.);
Lamoura (800 hab.);
Lelex (Ain) (485 hab.);
Mijoux (commune de Gex, (Ain) (627. hab.);
Mijoux (commune de Lajoux, Jura) (25 hab.).

Lavans-les-Saint-Claude. — Cette usine, appartenant à une société locale, utilise la force motrice hydraulique du Lison, affluent de la Bienne; elle produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués à 2000 volts et utilisés sous 120 volts.

Cette station alimente (fig. 4) :

Lavans-les-Saint-Claude (758 hab.) ;
Saint-Lupicin (819 hab.), pour l'éclairage seulement.

Moulin des Malades. — Cette usine, située sur le territoire de la commune de Ranchot, est installée sur les bords du Doubs qui lui fournit la force motrice nécessaire. Elle produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués à 5000 volts et utilisés sous 110 volts.

Cette usine alimente (fig. 5) :

Etrépigney (503 hab.);
La Barre (202 hab);
Orchamps (701 hab.);
Rans (542 hab.);
Saint-Vit (911 hab.), dans le département du Doubs.

Nozeroy. — La Serpentine, qui se jette dans l'Ain à 1 kilomètre de la source de cette rivière et qui a pour ses affluents le ruisseau du Gouffre, de l'Houle et le Trébief, fournit la force motrice à l'usine de Nozeroy, appartenant à la *Compagnie électrique du Jura-Doubs*.

Elle produit des courants alternatifs triphasés à 50 périodes, distribués dans 30 localités aux tensions de 10 000 et de 5000 volts et utilisés sous 110 volts.

Cette importante station (fig. 6) alimente :

Arsure-Arsurette (299 hab.);
Bief du Fourg (325 hab.);
Billecul (115 hab.);
Censeau (529 hab.);
Cerniébaud (144 hab.);
Chapois (401 hab.);
Charbonny (55 hab.);
Charency (118 hab.);
Cuvier (289 hab.);
Esserval-Tartre (184 hab.);
Favière (la) (99 hab.);
Fraroz (126 hab.);
Froidefontaine (276 hab.);
Gillois (311 hab.);
Larderet (le) (136 hab.);
Latette (la) (172 hab);
Magasin (133 hab.);
Mignovillard (680 hab.);
Molpré (101 hab.);
Nans (les) (189 hab.);
Nozeroy (695 hab.);
Onglières (185 hab.);
Petit Villard (133 hab.);
Plénise (105 hab.);
Plénisette (59 hab.);
Rix-Tribiel (172 hab.);
Vers-en-Montagne (307 hab.);

L'usine de Nozeroy alimente également dans le département du Doubs :

Bonnevaux (383 hab.);
Bouverans (427 hab.);
Frasne (1050 hab.).

Saint-Claude. — La force motrice hydraulique est fournie à l'usine électrique de Saint-Claude par la Bienne, affluent de l'Ain.

Cette usine, appartenant à *la Société Foy, Guérin et Cie*, distribue des courants triphasés à 50 périodes, sous la tension de 5000 volts; ces courants sont presque exclusivement utilisés, à la tension de 190 volts, pour alimenter des moteurs électriques installés dans les nombreux ateliers où se fabriquent les pipes en racine de bruyère, la tabletterie, les objets tournés en bois, en os, en corne, etc , bien connus sous le nom d'articles de Saint-Claude.

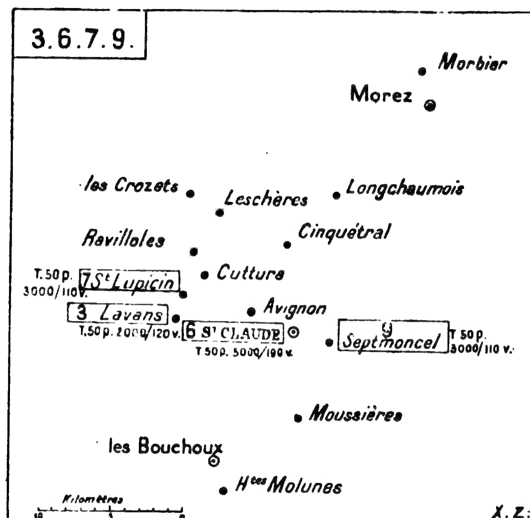


Fig. 4.

Cette station (fig. 4) alimente :

Avignon (177 hab.);
Cinquetral (572 hab.);
Longchaumois (1808 hab.);
Morbier (1719 hab);
Morez (5333 hab.);
Saint-Claude (16 000 hab.).

Pour l'éclairage électrique de la ville de Saint-Claude, l'énergie électrique est fournie par l'usine du Saut-Mortier.

Saint-Lupicin. — L'usine de Saint-Lupicin, appartenant aux fils Tournier, emprunte sa force motrice hydraulique à un des affluents du Lison. Elle produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués à la tension de 3000 volts et utilisés à 110 volts.

L'éclairage électrique de Saint-Lupicin (819 hab.) est assuré par l'usine de Lavans-les-Saint-Claude, mais l'usine locale fournit l'énergie électrique pour la force motrice et alimente (fig. 4), en outre :

Crozets (les) (212 hab.);
Cuttura (310 hab.);
Leschères (266 hab.);
Ravilloles (341 hab.).

Saut-Mortier. — Cette usine, située sur le territoire de la commune de Vescle (fig. 7), a été édifiée dans une gorge solitaire, sur les bords de l'Ain, à quelques kilomètres au-dessus du confluent de la Bienne, à un endroit connu sous le nom de Saut du Mortier.

Elle appartient à la Société l'*Union électrique* et produit du courant continu et des courants triphasés à 50 périodes. Le courant continu est distribué à trois fils, sous une tension de 220 volts par pont, soit 440 volts entre fils extrêmes; une batterie d'accumulateurs complète cette partie de l'installation.

Les génératrices triphasées, du type Oerlikon, sont actionnées par des turbines Picard et Pictet. Les courants triphasés sont distribués aux tensions de 26 500 et de 7500 volts et utilisés sous 200 et 120 volts.

A l'étiage, le débit de l'Ain est de 4 m³ par seconde et atteint 700 m³ en temps de crue. En temps de sécheresse, l'usine dispose des eaux du lac de Chalin, distant de 45 km, qui lui sont amenées par un canal dont le débit est de 12 m³ par seconde.

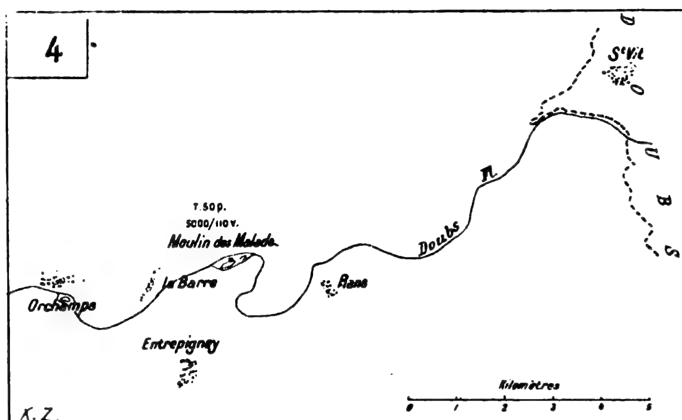


Fig. 5.

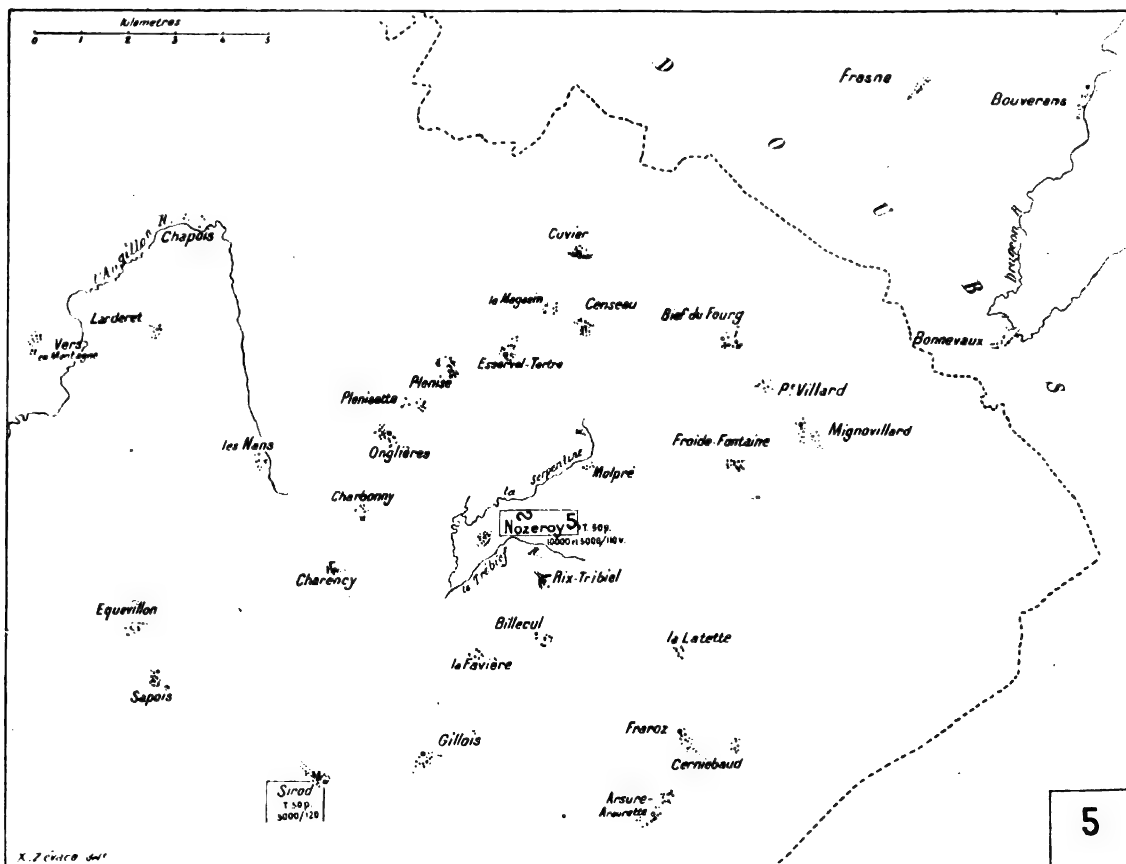


Fig. 6.

La station du Saut-Mortier, la plus importante du département, alimente dans le Jura :

Arinthod (982 hab.);
Cernon (327 hab.);
Chassal (329 hab.);
Jeurre (263 hab.);

Lavans-sur-Valouse (271 hab.);
Lect (439 hab.);
Martigna (223 hab.);
Moirans (1406 hab.);
Molinges (554 hab.);
Montcusel (178 hab.);
Saint-Claude (10 146 hab.) (pour l'éclairage);
Vaux-les-Saint-Claude (412 hab.);
Vescles (374 hab.);
Viry (703 hab.).

Cette usine alimente également les localités suivantes situées dans le département de l'Ain :

Aranc (718 hab.);
Arbent (791 hab.);
Argis (919 hab.);
Bélignat (314 hab.);
Cluse (la) (207 hab);
Condamine (285 hab),
Izenave (282 hab.);
Marchon (204 hab.);
Marlieu (700 hab.);
Martignat (589 hab.);
Montréal (1120 hab.);
Nantua (2989 hab.);
Neyrolles (395 hab);
Oyonnax (6140 hab);
Port (194 hab.);
Saint-Martin-du-Frêne (785 hab.);
Tenay (3700 hab.);
Veyziat (426 hab.);
Vieu d'Izenave (654 hab.).

Septmoncel. — L'usine hydraulico-électrique de Septmoncel (fig. 4) appartient à la *Mutuelle électrique du Haut-Jura* et emprunte sa force motrice au Flumen, affluent de la Bienne.

Cette station produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués sous 3000 volts et utilisés sous 110 volts. Elle alimente :

Bouchoux (les) (900 hab.);
Haute-Molune (722 hab);
Moussières (520 hab.);
Septmoncel (1414 hab.).

Sirod. — L'Ain passe à Sirod, puis au Bourg-de-Sirod où il traverse une profonde et étroite cluse, large à peine de quelques mètres. Après avoir formé quelques belles cascades, il disparaît sous d'énormes blocs écroulés et sort du défilé en tombant d'une hauteur de 17 mètres; cet endroit est connu sous le nom de *perte de l'Ain*.

L'usine électrique de Sirod (fig. 6), exploitée par M. Bazinet, emprunte naturellement sa force motrice à la rivière d'Ain; elle produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués à la tension de 3000 volts et utilisés sous 120 volts dans les localités suivantes qu'elle alimente :

Equevillon (103 hab.);
Sapois (120 hab.);
Sirod (541 hab.).

* * *

Les dix-sept localités possédant une usine génératrice d'énergie électrique utilisée seulement sur leurs territoires respectifs sont les suivantes :

Arbois (4209 hab). — *La Municipalité.* — C—D : 3 fils, 300 volts. — Accumulateurs. — FM : Gaz pauvre.

Champagnole (3830 hab.). — *M. Bovy.* — C—D : 3 fils, 220 volts. — Accumulateurs. — FM : Vapeur, gaz Riché et hydraulique fournie par l'Ain.

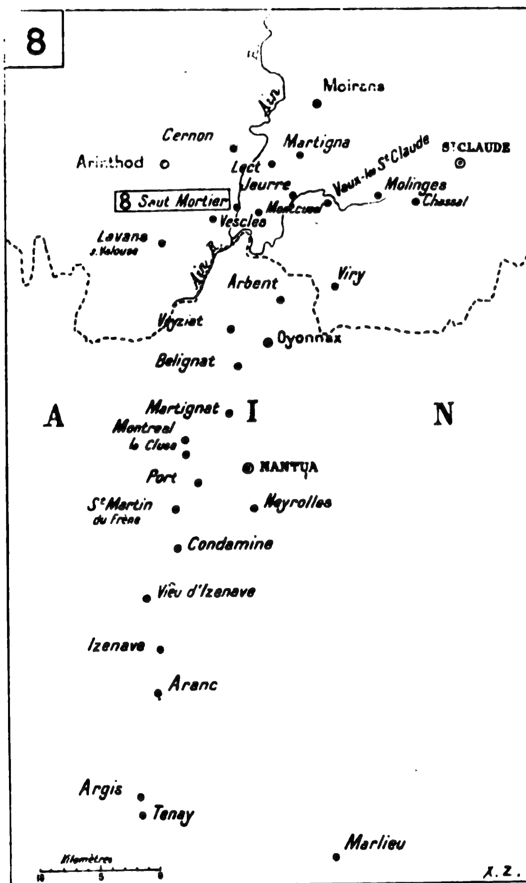


Fig. 7.

Chaussin (1301 hab.). — M. Darnaud. — C—D : 2 fils, 135 volts. — FM : Hydraulique fournie par l'Orain, affluent du Doubs.

Clairvaux (940 hab.). — M. Chauvin. — C—D : 2 fils, 120 volts. — Accumulateurs. — FM : Hydraulique et vapeur.

Dôle (14 627 hab.). — *Société anonyme locale.* — A, 50 périodes. — D : 2400 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique, fournie par le Doubs, et vapeur.

Foncine-le-Bas (544 hab.). — *M. Berrod.* — C—D : 2 fils, 80 volts. — FM : Hydraulique fournie par la Saine, affluent de la Lemme.

Fraisans (2633 hab.). — *M. Bossert.* — C—D : 3 fils, 440 volts. — FM : Gaz pauvre.

Gevingey (549 hab.). — *M. Clausse.* — C—D : 2 fils, 50 volts. — FM : Pétrole.

Mesnay (777 hab.). — *La Municipalité.* — C—D : 3 fils, 440 volts. — FM : Hydraulique.

Mont-sous-Vaudrey (910 hab.). — *La Municipalité.* — A, 50 périodes. — D : 2000 volts au primaire, 110 volts au secondaire. — FM : Hydraulique fournie par la Cuisance, affluent de la Loue.

Orgelet (1592 hab.). — *M. de Castelpers.*

Ounans (530 hab.). — *M. Laffay.* — C—D : 2 fils, 110 volts. — FM : Hydraulique fournie par la Loue.

Planches-en-Montagne (les) (226 hab.). — *M. Fumey-Badoz.* — C—D : 2 fils, 120 volts. — FM : Hydraulique fournie par la Saine, affluent de la Lemme.

Pont-de-Poitte (665 hab.). — *MM. Janier frères.* — C—D : 2 fils, 130 volts. — FM : Hydraulique (chute du saut de la Saisse sur l'Ain).

Port-Lesney (565 hab.). *M. Billet.* — C—D : 3 fils, 330 volts. — FM : Hydraulique.

Saint-Amour (2109 hab.). — *Société anonyme locale.* — C—D : 3 fils, 350 volts. — FM : Hydraulique et vapeur.

Saint-Laurent-du-Jura (1015 hab.). — *M. Villet.* — AT, 50 périodes. — D : 3000 volts au primaire, 120 volts au secondaire. — FM : Hydraulique.

***

Les 27 usines génératrices, en exploitation dans le département du Jura, alimentent 87 localités dans le Jura et 24 dans l'Ain et le Doubs, soit au total 111.

Les applications de l'énergie électrique dans cette région tendent à devenir de plus en plus nombreuses, car le Jura possède des mines, des carrières et de nombreux établissements industriels pouvant les utiliser.

Quelques exemples se rapportant à des localités possédant une distribution d'énergie électrique permettront de se rendre compte de l'importance industrielle du Jura.

Arinthod, Arsure-Arsurette, Dôle, Villersfarlay possèdent des carrières de pierre.

On trouve du marbre à Dôle, à Moirans, à Molinges et à Saint-Amour; de la terre réfractaire à Etrépigney et à Orchamps.

Bief du Four, Billecul, Septmoncel et Arsure-Arsurette exploitent des tourbières.

Le Jura possède de riches mines de fer et compte plusieurs établissements métallurgiques importants, tels que les forges de Fraisans, du Bourg de Sirod, de la Serve dans la commune de Champagnole et de la Saisse dans la commune de Pont de Poitte: les fonderies de Morez et de Morbier; les tréfileries de fer d'Arinthod et de Morez; la fabrique de limes de Morez; les fonderies de cuivre de Dôle et de Morez, etc., etc.

Certaines industries, telles que la lunetterie, l'horlogerie, la fabrication des articles dits de Saint-Claude et la lapidairerie sont concentrées dans les localités de Morez, Foncine, Morbier, Longchaumois, les Bouchoux, Moirans, Lavans-les-Saint-Claude, Ravilloles, Saint-Lupicin, Arinthod, Cernon, Septmoncel, les Molunes, Lamoura, Lajoux.

De nombreuses scieries, alimentées par les forêts de sapins du haut Jura, sont installées à Dôle, aux Planches en Montagne, à Nozeroy, à Foncine le Haut, à Moirans, à Morez, à Pont-de-Poitte, à Arbois, à Saint-Claude, à Saint-Amour, etc.

On trouve enfin dans le Jura des papeteries, des moulins à blé, des filatures, des fabriques de velours, des tanneries, etc.

J.-A. Montpellier.

LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ
DANS LES MINES
EN ALSACE

L'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur a organisé un service de vérification des installations électriques qui rend les plus grands services.

M. V. Kammerer, qui dirige ce service spécial, vient, comme tous les ans, de communiquer son rapport à la Société industrielle de Mulhouse.

Nous reproduisons, d'après ce rapport relatif à l'année 1905, les considérations suivantes en ce qui concerne les applications aux mines.

Les applications électriques ont pris dans les toutes dernières années un tel développement dans les mines que l'électricité est actuellement à peu près le seul mode de transmission de l'énergie dans cette industrie. La transmission par l'air et l'eau sous pression ne se rencontre plus que très rarement et même les longues conduites de vapeur disparaissent peu à peu pour faire place au câble électrique.

Les précieuses qualités de la distribution électrique, — facile division de l'énergie, faculté des transports à grande distance sans pertes appréciables, faible encombrement des conduites et des moteurs, absence de dégagement de fumée, vapeur, gaz ou odeur, mobilité extrême des moteurs, — ont puissamment contribué à la rapide conquête de l'industrie minière par l'électricité. On se rendra facilement compte de ce développement, certainement insoupçonné des personnes qui ne sont pas en contact direct

avec ce genre d'industrie, quand on aura cité le matériel électrique de deux des plus grandes mines abonnées au service de contrôle de l'Association alsacienne.

Ainsi, par exemple, l'installation électrique de la Société de Sarre-et-Moselle, à Karlingen, comprend : une station centrale comportant quatre groupes électrogènes d'une puissance totale de 2600 kw, une vingtaine de kilomètres de câbles souterrains parcourus par des courants à la tension de 5000 volts, cinq moteurs de 500 ch pour l'extraction, huit moteurs de 175 ch pour la ventilation, une machine d'extraction électrique, 26 transformateurs et 118 moteurs divers de puissances comprises depuis 1 jusqu'à 100 ch, ayant une puissance totale de 2000 ch pour les différents services du jour, tels que triage, lavage, ateliers, etc.

Les mines appartenant aux forges de Rombach ont une installation presque aussi importante.

L'énergie électrique pour ces mines est fournie par des génératrices actionnées par des moteurs utilisant les gaz des hauts-fourneaux de la même société. Les mines ne comprennent donc que des transformateurs et des récepteurs, à savoir :

Trois pompes centrifuges de 250 ch, deux de 180 et une de 90 ch;

Quatre groupes moteurs-générateurs de 400 ch pour transformer le courant triphasé à haute tension en courant continu à 750 volts destiné à la traction. Cette dernière est assurée au jour par trois locomotives électriques de 400 ch et deux de 200 ch, et en galeries, par douze locomotives de 100 ch. La longueur de voie équipée électriquement est de 45 km, dont 25 km à l'intérieur de la mine.

La tâche du service de contrôle dans les mines est loin d'être toujours aisée; l'industrie électrique marche à pas de géant et les règlements doivent être modifiés au fur et à mesure des besoins pour tenir compte des perfectionnements. Cela ne peut avoir lieu qu'à des intervalles plus ou moins espacés, si bien que l'on doit souvent interpréter les règlements dans un sens très large et trancher des difficultés ou admettre des dispositifs non prévus par les règlements.

La réglementation des installations électriques en général est d'ailleurs actuellement à l'ordre du jour en Allemagne, par suite d'un vote des Chambres prussiennes, instituant le contrôle obligatoire de toutes les installations électriques industrielles.

Quoique, pour le moment, il ne soit question que de la Prusse, toute l'industrie allemande s'y intéresse très vivement, car on a l'intention en haut lieu de faire de cette loi une loi d'Empire.

Des flots d'encre et de paroles ont été versés dans ces derniers temps pour combattre cette loi, tant parce qu'elle restreint la liberté industrielle, que parce que le gouvernement prussien a exprimé l'intention de charger les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur de ce nouveau contrôle.

Ces objections ont évidemment leur valeur, mais la plupart des gens qui combattent cette loi oublient qu'en fait l'obligation du contrôle existe déjà dans l'industrie par suite des exigences des Compagnies d'assurances et, comme les prescriptions qui doivent servir de base à ce contrôle ne sont pas encore fixées, il vaudrait beaucoup mieux que les électriciens, et en particulier les grandes corporations d'électriciens, s'entendent pour proposer au gouvernement des prescriptions très libérales plutôt que de se buter à la question de principe. En effet, si le « Verband », qui a élaboré jusqu'ici les prescriptions allemandes, ne fait pas une proposition libérale au gouvernement, il y a beaucoup de chances pour que celui-ci ne tienne pas compte des protestations de principe et adopte les prescriptions actuelles qui sont réellement trop rigoureuses et trop minutieuses pour être rendues obligatoires.

En ce qui concerne le personnel qui serait chargé de ce contrôle, M. Kammerer fait remarquer que, contrairement à l'avis de la plupart des électriciens qui demandent que les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur n'en soient pas chargées, l'industrie aurait tout avantage à ce que ce contrôle obligatoire soit effectué par ces Associations plutôt que de le voir confié à des agents officiels ou à ceux des grands industriels électriciens.

NOUVEAU PROCÉDÉ DE GALVANISATION
DU FER ET DE L'ACIER

M. Sherard Cowper-Coles, dans un mémoire lu à la *British Association*, a décrit un nouveau procédé de galvanisation qu'il a découvert en faisant des expériences sur la recuisson de la fonte. Bien que ce procédé n'utilise pas, directement au moins, l'énergie électrique, nous croyons qu'il est intéressant à signaler à nos lecteurs.

M. Cowper-Coles distingue trois procédés de galvanisation : le procédé à chaud par trempage, le procédé électrolytique à froid et le procédé qu'il a imaginé ou galvanisation à sec. Il fait remarquer combien est importante cette industrie qui, en 1904, a absorbé la moitié de la production du zinc aux Etats-Unis, soit 90 000 tonnes environ et quelle extension elle serait susceptible de prendre, si l'application de la couche protectrice de zinc était usitée pour les fers employés dans les travaux d'art, ponts et constructions diverses. Or, cette hypothèse n'est pas irréalisable, si on dispose d'un procédé très peu coûteux et si l'on envisage d'autre part l'économie qui en résulterait dans l'entretien ou la conservation d'ouvrages généralement fort coûteux. La corrosion rapide du fer et de l'acier, d'après les travaux récents de M. Gerald Moody, est due pour une grande part à l'action de l'acide carbonique; la galvanisation qui provoque la formation d'un alliage superficiel de fer et de zinc, alliage qui résiste aussi bien à l'action de l'acide carbonique qu'à celle de l'oxygène, prévient cette destruction.

Le mécanisme de l'action préservatrice de la couche de zinc est simple : le zinc étant électropositif par rapport au fer, le couple qui se forme en présence de l'air humide et acide provoque la dissolution du zinc et laisse le fer inattaqué. La galvanisation est considérée comme la méthode de préservation la plus efficace en même temps que la plus durable et la moins coûteuse.

Des trois procédés actuellement connus, la galvanisation à chaud depuis son application industrielle, en 1846, n'a pas modifié ses méthodes de travail, mais simplement perfectionné son outillage. Le procédé électrolytique, au contraire, a subi peu à peu les perfectionnements qui en font aujourd'hui un procédé réellement industriel. L'anode soluble a été remplacée par une anode insoluble; la circulation et la régénération de l'électrolyte étant assurées par une installation mécanique et le passage à travers un filtre formé de crasses de zinc et de charbon.

Le procédé nouveau découvert, comme nous l'avons dit, par M. Cowper-Coles, dans des essais de recuisson de la fonte, se distingue des précédents en ce que les pièces à zinguer sont mises en contact, non avec du zinc fondu, ni une solution de sel de zinc, mais bien avec des crasses de zinc dans un récipient chauffé à une température bien supérieure à la fusion du zinc.

Comme dans les deux anciens procédés, les pièces à zinguer doivent d'abord être bien décapées, de façon à dégager la surface du métal de toute trace d'oxyde; cependant ce travail peut être fait d'une façon moins minutieuse et les objets peuvent rester, par exemple, souillés d'huile sans inconvénient; bien au contraire, tandis que la présence des corps gras est nuisible dans les anciens procédés, ici cette présence améliore les résultats.

Les objets à galvaniser sont placés avec les crasses de zinc, bien sèches, dans un récipient étanche en fer, qui suivant les cas est fixe ou mobile autour d'un axe; ce récipient, dans lequel on fait préalablement le vide, est chauffé à une température variant entre 275° et 325°, pendant un temps également variable, suivant la nature et la section des pièces à zinguer; on laisse le récipient se refroidir avant de l'ouvrir. Les pièces qu'on en retire alors sont recouvertes d'une couche de zinc très fine et homogène dont l'épaisseur varie avec la température de l'opération et sa durée.

Par ce procédé, le zinc est bien mieux employé que par le procédé de trempage : il est réparti bien uniformément et employé intégralement sans perte par évaporation, ni oxydation.

Les crasses de zinc employées sont celles que l'on obtient pendant la métallurgie du zinc. Leur densité est de 6,896; en paquets fortement pressés, le mètre cube pèse 3500 kg; l'analyse de trois échantillons de crasse de zinc donne respectivement 85, 95,06 et 81,06 0/0 de zinc métallique. Une des propriétés particulières de ce produit en rend l'emploi extrêmement avantageux; en effet, ces crasses ne pouvant être ni fondues, ni réduites à l'état métallique par les procedés ordinaires, il est fort intéressant de les utiliser directement et sans déchets.

Nous avons dit tout à l'heure que l'on faisait le vide dans le récipient chargé; ceci a pour but d'éviter la production d'une grande quantité d'oxyde; on peut se dispenser de ce souci en mélangeant environ 3 0/0 de charbon, finement pulvérisé, à la crasse de zinc. La présence de l'oxyde de zinc rend le dépôt moins beau en apparence, mais ne modifie pas ses qualités; on a pu galvaniser avec des crasses ne contenant que 35 0/0 de zinc métallique.

M. Cowper-Coles établit comme suit le prix de revient de la galvanisation de boulons de 250 × 25 mm pour une production de 2 tonnes par jour.

Main-d'œuvre, 3 hommes, 1 aide pour 12 heures.	30
Crasse de zinc, 10 kg à fr. 0,455. . . .	4,55
Gaz, 240 m³ à 13,25 centimes.	31,80
Total : fr. . . .	66,35
Soit par tonne.	33,20

En tenant compte des frais de décapage et des frais généraux, le coût, par tonne, s'élève à 37,50 fr.

En pratique, le nouveau procédé de galvanisation, imaginé par M. Cowper-Coles, donne de bons résultats au point de vue de la protection du fer ou de l'acier et comme il est fait à une température de beaucoup inférieure à la galvanisation ordinaire, il ne modifie pas la résistance du métal et en ce qui concerne l'acier, n'altère pas la trempe; il nécessite moins de zinc pour obtenir la même

couche protectrice, parce que la distribution de ce métal est plus uniforme; le prix de revient est moindre tant du fait de l'économie de combustible et de métal, que de la réduction de la main-d'œuvre, du cout moins élevé de l'installation et de la meilleure utilisation du zinc.

Ce même procédé est applicable à d'autres métaux comme l'aluminium et le cuivre. Pour le premier de ces métaux, le zinc ne semble pas constituer une couche protectrice efficace. Dans le cas du cuivre et de ses alliages, les résultats obtenus sont très curieux : la surface est considérablement durcie et n'est rayée qu'avec difficulté. Le procédé, enfin est applicable à l'ornementation des surfaces métalliques, soit par incrustations, c'est-à-dire par dépôt du zinc, suivant des dessins déterminés; soit par couches diversement colorées en agissant sur le métal sous-jacent pendant des temps variés, pour former des alliages de diverses compositions.

A. B.

LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LONDRES

Le 8 septembre dernier, dans ces mêmes colonnes, nous avons parlé de la distribution électrique de l'énergie dans la cité de Londres. Depuis cette époque, la situation a changé et la principale modification a été apportée par l'ambitieux projet du Conseil de Comté de Londres qui a été soumis à la Commission parlementaire.

D'après cette nouvelle proposition, qui a été préparée avec l'aide d'experts électriciens éminents, tels que M. Robert Hammond, M. J. Snell, M. H. Parshall, l'ingénieur en chef du Conseil et l'Administrateur des Tramways, le Conseil alimenterait une zone de 451 milles carrés, soit 117 milles carrés dans Londres et 334 dans les districts suburbains. On doit tenir compte, d'une manière raisonnable, des intérêts des entreprises existantes, mais il a été reconnu qu'il ne serait pas pratique d'établir une nouvelle station génératrice et en même temps de conserver indéfiniment le grand nombre de stations distinctes qui fonctionnent actuellement. Cela aurait comme résultat d'accroître énormément le prix du courant pour l'abonné, par suite de la multiplication du personnel, des bâtiments, du matériel et du réseau compliqué de distribution qui ne serait pas uniforme. C'est pourquoi on se propose d'acheter éventuellement les entreprises municipales, ce qui exigerait un capital d'environ 5 450 000 livres; les entreprises locales seraient également achetées à la fin d'un délai de cinq années, à partir de l'autorisation parlementaire. Pendant ce délai, le Conseil pense pouvoir disposer du capital nécessaire à cet achat.

Quant aux entreprises locales situées en dehors de Londres, on propose d'entrer en arrangement avec celles qui pourraient continuer la distribution de l'énergie dans leurs districts respectifs et elles prendraient cette énergie à une station centrale qui serait édifiée par le Conseil.

Pour les entreprises gérées par des Compagnies privées, elles exigeraient une mise de fonds de 10 millions de livres; celles qui se trouvent dans la zone desservie seraient achetées soit par le Conseil, soit par les autorités locales dont elles dépendent, d'après les conditions et délais fixés à vingt-cinq ans. On propose, en outre, que tout ou partie de ces entreprises puisse pouvoir être cédé en tout temps par consentement mutuel et que le Conseil se réserve le droit d'entrer en arrangements avec ces Compagnies.

Ces propositions représentent une situation plus conciliante et moins attentatoire aux intérêts des actionnaires qui ont confié leur argent depuis quelque vingt ans aux diverses Compagnies d'électricité de Londres. D'ailleurs, la Commission parlementaire avait vivement recommandé au Conseil de ménager tous ces intérêts pécuniaires.

Ce bref résumé rend compte de l'attitude prise par ce nouveau projet relativement aux compagnies déjà existantes, tant municipales que privées. Il a été proposé en outre qu'une grande station génératrice serait édifiée à Barking ou à Erith; elle devrait pouvoir être agrandie selon les besoins. Les dépenses pour cette partie du projet sont évaluées à 1 400 000 livres pour la station et les terrains et à 2 625 000 livres pour le réseau de transmission et de distribution. Deux premières sections seraient terminées en 1910; l'alimentation serait fournie directement à de gros consommateurs, tels que les chemins de fer, les tramways, les docks, etc. Mais la distribution étant ainsi sans tranformation et à haute tension, on propose que, selon les demandes et selon les consommateurs, on leur fournirait les appareils nécessaires afin de transformer le courant d'après leurs besoins.

Etant donné le nombre de discussions soulevées au sujet des tarifs de vente, lors des premiers projets, il est probable que le bill parlementaire, en accordant sa sanction, fixera les tarifs maxima qui devront être appliqués et qui varieront selon l'importance des demandes, suivant que le courant consommé est à basse ou à haute tension, alternatif ou direct, selon les heures de consommation, etc., tout en admettant évidemment que ces tarifs soient compatibles avec les résultats financiers de l'entreprise. Le conseil, entre autres concessions complémentaires, demande l'autorisation d'acheter des moteurs et divers appareils pour les louer aux abonnés.

Dès la publication de ce projet, une avalanche de critiques et d'objections se sont élevées et il est certain que dans ses efforts de concilier certains intérêts, le conseil en a lésé d'autres très

nombreux. Le principal point de vue de la discussion est la question de savoir si, actuellement, il y a quelque nécessité réelle à mettre la distribution générale de l'énergie dans Londres entre les mains du conseil de comté. Ses charges financières sont déjà très lourdes et le public est d'avis qu'il convient d'y mettre un frein. Cependant, nous devons dire que depuis une quinzaine de jours le conseil, dans son désir de céder sur quelques points, a manifesté l'intention d'abandonner certains projets d'extension des tramways électriques.

Le 6 novembre dernier, le conseil de comté a longuement débattu ce projet et a résolu par 80 voix contre 34 de demander la sanction parlementaire. Mais, en mars prochain, on devra élire de nouveaux membres et peut-être la situation sera encore une fois modifiée.

A.-H. B.

CHAMBRE SYNDICALE
DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS
A PARIS

Réunion générale des installateurs et constructeurs électriciens.

Procès-verbal de la séance du 22 octobre 1906.

La séance est ouverte à 5 heures sous la présidence de M. Burgunder, président de la Chambre Syndicale de l'électricité.

Cent installateurs et constructeurs assistent à la séance.

Lecture est donnée du procès-verbal de la dernière réunion générale.

Le président rend compte des travaux de la Commission.

M. Sausse, rapporteur, donne lecture du rapport élaboré par la Commission.

GROUPE DE DÉFENSE
DES INTÉRÊTS DES INSTALLATEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS

Régime futur de l'électricité à Paris.

Rapport de la Commission chargée de l'élaboration du cahier des revendications de l'industrie électrique.

Au moment où le conseil municipal est appelé à étudier le régime de l'électricité à Paris, les divers groupements qui se rattachent à cette industrie ont jugé utile de s'occuper eux aussi de cette grave question.

Connaissant mieux que tous autres, pour les avoir observés et en avoir souffert pendant les nombreuses années du régime actuel, les abus que permettent des cahiers des charges incomplets, les installateurs ont pensé qu'il était de leur devoir et de leur intérêt corporatif d'apporter leur pierre à l'édifice qui s'élève, et ils ont rencontré dans les autres branches de cette industrie un appui qui leur permet aujourd'hui de présenter un cahier de leurs revendications.

Tous les groupements industriels se rattachant de près ou de loin à l'électricité : Installateurs, fabricants d'appareils, bronziers pour l'éclairage, ont été amenés à craindre que leurs droits ne soient méconnus et qu'il ne soit porté un préjudice grave à leurs intérêts et à ceux, non moins intéressants, des 200 000 travailleurs qui vivent à Paris de l'électricité.

Nous ne nous occupons nullement du choix qui peut être fait du concessionnaire, mais nous pensons que, quel qu'il soit, il doit être exclusivement marchand de courant électrique.

Dans l'intérêt primordial du consommateur, le rôle du marchand de courant doit être strictement limité pour assurer le développement d'une industrie qui ne demande qu'à croître et à prospérer, pour le plus grand bien des finances municipales et du bien-être des travailleurs. C'est dans la libre concurrence que nous réclamons qu'ils trouveront avec certitude un travail constant et rémunérateur.

L'électricité ne doit plus être une industrie de luxe et ce sera l'orgueil et la gloire du conseil municipal d'en avoir fait une industrie mise à la portée de toutes les bourses. Puisqu'il est reconnu qu'aux points de vue hygiène et propreté, l'électricité tient la première place, pourquoi son prix jusqu'ici l'a-t-il rendue inabordable pour la grande majorité ?

Nous avons été surpris d'apprendre que le cahier des charges type était déjà élaboré. Il nous a semblé que l'avis des installateurs et des fabricants d'appareils eût pu être utilement pris. Aussi espérons-nous qu'avant de prendre une décision, le conseil municipal voudra bien appeler quelques-uns d'entre nous, désignés par leurs confrères, pour leur permettre de lui apporter les simples observations que nous présentons dans l'établissement du cahier des charges. A notre avis, ce cahier des charges doit être unique et complet et déterminer, par des règles strictes, les droits et obligations de chacun et fixer d'une manière uniforme les relations des abonnés tant à l'égard du concessionnaire qu'à celui des installateurs.

Les observations que nous résumons ci-après ne sont que de simples vœux et nous ne doutons pas que le conseil municipal ne les accueille favorablement.

1° Système de canalisations.

Il a paru à tous désirable que dans le régime définitif les systèmes de distribution du courant

électrique aujourd'hui employés soient unifiés et simplifiés de manière à éviter chez les abonnés l'emploi d'appareils encombrants et compliqués, tels que grilles de distribution, transformateurs, disjoncteurs, etc.

Il faudrait éviter que, pendant la période transitoire, les travaux d'extension de canalisation ne soient complètement arrêtés, comme ils le sont aujourd'hui, car l'abaissement du prix du courant amènerait une diminution de recettes, qui ne peut être évitée que par un développement de canalisations amenant une clientèle assez considérable pour ne pas faire fléchir le chiffre des recettes et au contraire le faire progresser.

Pour arriver à ce résultat, le concessionnaire devrait donner le courant à toutes personnes se trouvant sur le parcours des canalisations actuellement existantes ou à une distance à déterminer de ces canalisations.

Mais nous ne devons pas seulement envisager la période de transition, mais bien aussi la période définitive. Nous avons pensé que le plan de la canalisation générale à établir devrait, peut-être, être scindé en trois parties :

1° Plan de première urgence, à exécuter de suite :

Canaliser toutes les rues du centre de Paris limitées par les boulevards extérieurs de la place de l'Etoile à la place de la Nation, les quais jusqu'au pont d'Austerlitz, le trajet des tramways Bastille-Gare Montparnasse et Gare Montparnasse-Etoile ;

2° Plan de deuxième urgence, à exécuter dans un délai de cinq années :

Canalisation des grandes voies dans la zone comprise entre la première ligne et les fortifications ;

3° Plan définitif, à exécuter dans un délai de dix années :

Canalisations complémentaires permettant à tout habitant d'être relié au réseau électrique.

2° Prix du Courant.

Les concessionnaires actuels de distribution d'électricité, lorsqu'ils ont établi leurs tarifs, ont pris pour base des conditions d'exploitation aujourd'hui surannées et il n'y a rien d'étonnant à ce qu'actuellement les prix qui n'ont pas été modifiés soient exagérés.

Le nouveau régime, quel qu'il soit, devra tout d'abord tenir compte des nouvelles conditions d'exploitation en rapport avec les progrès actuels de la science, sans établir de parallèle avec l'excès de diminution, qui peut paraître énorme en comparaison des prix actuellement payés.

Sans nous arrêter au prix du courant dans les autres grandes villes et capitales étrangères, prix qui sont, par leur modicité, sans aucune comparaison avec les nôtres, nous nous contentons d'examiner seulement Paris et la banlieue.

Actuellement, en banlieue, on distribue du courant destiné à l'éclairage au prix de 0,50 fr le kw. A Paris, les compagnies actuelles fournissent le courant à de gros consommateurs, tels que le métropolitain ou les compagnies de chemin de fer à des prix inférieurs à 0,12 fr le kw, et il est peu probable que ces marchés aient été conclus à perte.

On peut donc en déduire que le prix de revient du kw est inférieur à ce chiffre. Par conséquent, le prix de 0,70 fr qu'on propose ne doit être considéré que comme un prix essentiellement transitoire qui, dans un délai très bref, doit subir une sensible diminution.

Les prix de 0,50 fr pour la lumière et de 0,25 fr pour la force motrice laisseraient certainement une marge suffisante pour les bénéfices et les redevances, et l'application de ce tarif ferait augmenter considérablement les recettes du concessionnaire et de la Ville de Paris.

La lumière électrique pénétrerait alors dans les habitations les plus modestes, comme cela a déjà lieu dans les localités où l'énergie électrique est fournie aux consommateurs à un tarif raisonnable.

Grâce à la force motrice à bon marché, on verrait refleurir l'époque des petits façonniers, et chaque famille ouvrière pourrait, se groupant autour du moteur électrique, augmenter son bien-être, grâce à un travail qui redeviendrait rémunérateur.

C'est par cette production intense de force motrice que le concessionnaire pourra obtenir une meilleure utilisation de son matériel et éviter ainsi la fameuse pointe qui a toujours été le prétexte des tarifs élevés.

Le minimum de consommation doit disparaître, et les contrats d'abonnement ne doivent être passés que pour une durée maximum d'une année.

Les exemplaires de police devraient être à la disposition des entrepreneurs, comme cela se pratique au secteur municipal, toutes les conditions d'installation étant prévues au cahier des charges.

3° Branchements.

Toutes les canalisations sur la voie publique et les branchements sur rue, faisant partie intégrale du système de canalisation et devant appartenir à la Ville, ne doivent être ni vendus ni loués aux abonnés, ainsi qu'il arrive actuellement. et le courant électrique devrait être amené, sans frais d'aucune sorte pour l'abonné, à un point déterminé sur la façade extérieure de l'immeuble à desservir, ainsi que cela se pratique pour l'eau et le gaz.

Nous avons pensé que le voltage pratique ne devrait pas dépasser 110 volts; les essais sur 220 volts étant d'une application difficile dans les

immeubles parisiens et les accidents par défaut d'isolement beaucoup plus graves avec une tension de 220 volts.

4° Colonnes montantes et installations intérieures.

Le concessionnaire, devant être seulement un distributeur de courant, devrait prendre, dans le cahier des charges, l'engagement de renoncer à exécuter aucuns travaux autres que les canalisations et branchements sur la voie publique, de ne favoriser aucune entreprise de travaux d'électricité, soit par sa situation particulière, soit par conseils à l'abonné, soit financièrement, en constituant des entreprises d'installation ou en s'y associant, et cela sous peine de déchéance.

De nombreux exemples de municipalités ayant accordé un monopole des installations dans les contrats passés avec le fournisseur de courant, ou n'ayant pas su y introduire une clause contre un monopole déguisé, ont démontré que non seulement les installateurs, et à Paris ils sont légion, se trouvaient écartés des villes ainsi administrées, mais que le matériel employé (interrupteurs, coupe-circuit, câbles, moteurs, compteurs, tableaux de distribution) se trouvait de fait monopolisé chez un même fabricant.

On arriverait, en opérant ainsi à l'encontre des intérêts de la Ville, par la fermeture successive des maisons d'entreprises, et des maisons de fabrication d'appareils qui font vivre à Paris des milliers de personnes, pour aboutir à ce résultat :

Un seul producteur et distributeur de courant;

Un seul entrepreneur;

Un seul fabricant d'appareils, dont souvent même les usines seraient hors Paris.

En résumé, liberté complète pour l'abonné ou le propriétaire de faire exécuter ses travaux d'installations ou de colonnes montantes par qui bon leur semblera, à l'exclusion du concessionnaire de la distribution de courant ou de ses associés et sous des conditions de contrôle qui devront être déterminées.

Le cahier des charges devrait spécifier d'une manière précise les sections à donner aux colonnes montantes et aux installations intérieures, le mode d'exécution des travaux, les matériaux devant constituer tant les canalisations proprement dites que les appareils à utiliser, les isolements à employer et dans quel cas, la protection à donner aux appareils et leur construction.

Il ne devrait, sous aucun prétexte, être apporté de modifications aux exigences du cahier des charges et tout installateur, se rapportant aux conditions qui y seraient énoncées exécuterait ses travaux avec certitude et sans être obligé de s'adresser au concessionnaire.

Tout fabricant qui remplirait dans la construction de ses appareils les conditions réclamées, pourrait les faire accepter par les installateurs, dans qu'aucune marque puisse être imposée.

Le cahier des charges seul doit servir de contrat.

Nous avons pensé que, dans la Commission qui serait chargée de l'établissement de ce cahier des charges des travaux intérieurs et colonnes montantes, devraient être appelés des représentants, tant des installateurs que des fabricants d'appareils à Paris, désignés par leurs confrères.

5° Compteurs.

L'abonné doit avoir le droit d'acheter et de faire poser chez lui tel compteur qui lui conviendra, du moment qu'il sera d'un modèle admis par la Ville de Paris, et les prix maxima d'entretien de ces compteurs devront être spécifiés au cahier des charges.

Dans le cas où l'abonné préférerait louer son compteur, le prix maximum de location, établi d'après la valeur du compteur, serait fixé par ce même cahier des charges, pour éviter les abus qui se produisent actuellement.

Le cahier des charges devrait déterminer les conditions d'installation des compteurs.

La Ville de Paris accordant pour le gaz des avantages et des facilités pour les loyers inférieurs à 500 francs, nous avons pensé qu'il devrait en être de même pour l'électricité, et que les abonnés, placés dans ce cas, devraient être exonérés des droits de compteur ou droits annexes qui pourraient être établis.

6° Avances sur consommation.

Les sommes que le concessionnaire pourrait être autorisé à percevoir à titre d'avance sur consommation devraient être stipulées au cahier des charges, et il conviendrait de réduire considérablement le tarif pratiqué par les compagnies existantes.

Ces sommes porteraient intérêts au profit des abonnés et devraient être déposées dans les caisses municipales après avoir été converties en obligations de la Ville de Paris, ainsi que cela se pratique pour les cautionnements.

Le concessionnaire ne devrait en aucun cas être autorisé à se servir de ces sommes pour son exploitation.

7° Commission de contrôle.

Dans le cas de contestations techniques entre le concessionnaire et son abonné, ou l'installateur, ces contestations devraient être tranchées par une commission officielle de contrôle, où nous serions heureux de voir figurer des installateurs et des constructeurs d'appareils désignés par leurs confrères.

Telles sont les considérations que nous avons cru devoir soumettre au conseil municipal, et qui

nous semblent assez intéressantes pour justifier auprès de lui notre désir d'être entendus par sa commission d'éclairage.

Les membres de la Commission :

A. BURGUNDER, Président
48, avenue Félix Faure.

H. SAUSSE, Rapporteur
9, avenue Niel.

L. ÉTIENNE
7, rue Michel-Chasles.

Ph. MORAND
32, boulevard Haussmann.

G. ROUGÉ
47, rue Saint-André-des-Arts.

L. TOURNAIRE
32, avenue Félix-Faure.

D. SACK
55, rue Legendre.

Le rapport, mis aux voix, est adopté à l'unanimité des cent personnes présentes moins deux voix.

La séance est levée à 6 heures.

Le Rapporteur,
H. SAUSSE.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Appareillage.

368 987. — Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Interrupteur rotatif (17 août 1906).

Applications diverses.

369 004. — Rennert et Wichler. — Commande électrique pour machines-outils (18 août 1906).

369 010. — J. Lacoste et Cie. — Appareils pour clichés radiographiques, radiostéréoscopiques et radiopelvimétriques (18 août 1906).

Eclairage et Lampes.

368 913. — Squier. — Lampe à incandescense à filament vibrant (29 juin 1906).

Electrothermie.

361 879. — Thiriet. — Appareil à souder les métaux électriquement (30 oct. 1905).

369 082. — Wingren. — Four électrique (21 août 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

368 986. — Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Auto-régulation pour machines électriques (17 août 1906).

Piles.

368 970. — Wedeking. — Element galvanique (14 août 1906).

369 032. — Bénier. — Electrogène (20 août 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Electricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

Télégraphie.

368 988. — Eisenstein. — Télégraphie et téléphonie sans fil (17 août 1906).

369 622. — Branly et Laurent. — Appareil de sécurité contre les étincelles accidentelles dans les effets de télémécanique sans fil (18 août 1906).

369 042. — Delany. — Appareils télégraphiques (20 août 1906).

Téléphonie.

360 036. — Aktiebolaget L. M. Ericsson et Co. — Téléphones combinés (20 août 1906).

369 068. — Angelini. — Microphone (21 août 1906).

Traction.

369 061. — Potterat. — Locomoteurs électriques (20 août 1906).

368 971. — Hart et Durtnall. — Propulsion des véhicules et des bateaux (17 août 1906).

BIBLIOGRAPHIE

Manuel pratique du monteur électricien. Le mécanicien chauffeur électricien. Montage et conduite des installations électriques, par J. LAFFARGUE. 9e édition. Un volume format 18 × 13 cm, de 1012 pages avec 690 fig. et planches. Prix cartonné : 10 francs (Paris. librairie Bernard Tignol).

Le manuel de M. Laffargue est trop bien connu de nos lecteurs pour qu'il soit nécessaire d'insister sur la valeur de cet ouvrage qui a servi à former et servira encore longtemps à former des générations de monteurs électriciens.

Le succès parfaitement justifié que ce manuel a trouvé auprès des électriciens est prouvé par la rapidité avec laquelle se succèdent les différentes éditions.

L'auteur, toujours soucieux d'améliorer son œuvre, ne manque pas, à chaque nouvelle édition, de tenir son manuel au courant des progrès si rapides de l'industrie électrique.

Procédés d'allumage des moteurs à explosion, par A. BERTHIER. Un volume, format 19 × 13 cm, de 160 pages avec 40 figures. Prix : 2 francs (Paris, H. Desforges, éditeur).

Les procédés d'allumage des moteurs à explosion, surtout depuis le développement considérable pris par l'automobilisme, sont aussi nombreux que variés.

L'auteur a décrit successivement dans son travail les procédés d'allumage par brûleurs ou tubes incandescents, par corps poreux, spontanés et électriques.

Les procédés électriques, du reste les plus nombreux, sont l'objet d'une description complète. Les inventeurs de bougies électriques, de bobines d'allumage, etc., auront tout intérêt à consulter le livre de M. Berthier où ils trouveront des renseignements intéressants. D'autre part, tous ceux qui utilisent des moteurs à explosion pourront facilement apprendre à connaître le fonctionnement des procédés d'allumage qu'ils utilisent.

Die elektrochemischen deutschen Reichspatente. (*Brevets d'électrochimie accordés dans l'Empire d'Allemagne*), par P. Ferchland et P. Rehlander. Un volume, format 24,5 × 17 cm, de x-230 pages avec figures. Prix : 10 mark (Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur).

Ce travail forme le 24e volume de l'intéressante collection de monographies relatives à l'électrochimie, collection dont nous avons eu l'occasion de parler à plusieurs reprises.

Les auteurs ont eu pour objectif de réunir dans ce nouveau volume les parties intéressantes de tous les brevets d'électrochimie accordés en Allemagne. Naturellement, vu le grand nombre de ces brevets, le lecteur ne trouvera pas dans ce recueil le texte *in extenso* de tous ces brevets, mais les parties essentielles et intéressantes, souvent accompagnées de figures, sont fidèlement reproduites.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt que présente ce document pour tous ceux qui s'occupent d'électrochimie ou d'électrométallurgie.

-oo-

Fortschritte der Elektrotechnik (*Progrès de l'électrotechnique*), par le Dr Karl Strecker. XIXe année, 1905, 4e fascicule. Un volume, format 24 × 16 cm, de VIII-pages 779 à 1164. Prix : 11 mark (Berlin, Julius Springer, éditeur).

Le quatrième fascicule de l'année 1905 de cet utile répertoire vient d'être publié, complétant le 19e volume de la collection.

Nous rappellerons que tous les mémoires, articles, descriptions, etc., publiés dans les revues du monde entier, s'y trouvent mentionnés et souvent analysés.

Le classement méthodique de l'ouvrage permet de trouver facilement tout ce qui a été publié sur un sujet donné.

-oo-

Die Schwachstromtechnik in Einzeldarstellungen (*La technique des courants faibles en monographies*), publiée par F. Baumann et le Dr L. Rellstab. Volume III : **Medizinische Anwendungen der Eletrizitæt** (*Applications médicales de l'électricité*), par le Dr S. Jellinck. Un volume format 215 × 135 mm de XIX-458 pages avec 149 figures. Prix, broché : 10 marck (Munich et Berlin, R. Oldenbourg, éditeur, 1906).

Ce livre, malgré son développement, n'a pas la prétention d'explorer tout le domaine de la thérapeutique dans lequel l'électricité trouve aujourd'hui son emploi. Il est seulement destiné à servir de guide aux médecins dans les nombreuses applications du courant électrique à l'art de guérir. Il comprend dix grandes divisions portant les titres ci-après : I. Electricité et médecine; II. Sources électriques; III. Appareils auxiliaires (voltmètres, ampèremètres, etc.); IV. Appareils d'application; V. Technique des rayons Rœntgen; VI. Electrophysiologie; VII. Diagnostic; VIII. Thérapeutique; IX. Partie spéciale (affections des os, des muscles, des articulations, du système nerveux, etc., etc.); X. Les rayons Rœntgen au service de la thérapeutique. Une bibliographie étendue occupe les pages 423-442, donnant les titres des publications sur la matière parues dans les différents pays du monde. Ensuite vient une table alphabétique des matières, très étendue également, qui permet de se reporter à l'une quelconque des nombreuses questions traitées dans cet intéressant ouvrage.

CHRONIQUE

La Conférence de télégraphie sans fil.

La conférence internationale pour la télégraphie sans fil, dont le gouvernement allemand a provoqué la réunion le 3 octobre à Berlin, a terminé ses travaux. Une convention spéciale internationale de radiotélégraphie a été signée. Le principe de l'internationalisation et de l'intercommunication de tous les systèmes a été adopté. Des exceptions momentanées ont été faites en faveur de l'Italie et de l'Angleterre qui sont liées par des contrats avec la Compagnie Marconi. Mais tous les Etats se sont engagés à ouvrir des stations à intercommunication partout où les stations Marconi ne se départiraient pas de leur principe exclusif. L'article 3 du projet de convention, concernant l'échange de communications obligatoires avec les stations côtières et de navire à navire sans distinction de système, a donc été accepté provisoirement, jusqu'à l'adoption du règlement de service. Sur la proposition de la France, l'entrée en vigueur du nouveau règlement a été fixée provisoirement au 1er juillet 1908.

Les délégués anglais ont invité la Conférence à se réunir à Londres en 1911.

(*La Nature.*)

-oo-

Nouveau système de traction.

Des essais sont en cours en ce moment au chemin de fer de P.-L.-M. pour éprouver un nouveau système de traction dû à MM. Auvert et Ferrand. Ce système comporte des régulateurs-redresseurs qui transforment le courant monophasé en courant continu. Ces appareils auxiliaires se distinguent des permutatrices actuelles en ce que les balais sont fixes et les commutateurs tournants; cependant, de même que dans les permutatrices, le moteur qui produit la rotation des commutateurs n'absorbe qu'une faible quantité d'énergie : celle qui est nécessaire pour obtenir la rotation de l'appareil. L'ensemble de l'appareil est, par conséquent, beaucoup plus léger qu'une commutatrice de puissance correspondante. Ce système permettrait d'effectuer le réglage de la tension du courant fourni aux moteurs du train et, par conséquent, de régler la vitesse de ceux-ci sans l'emploi de rhéostats et simplement en modifiant la position des balais du régulateur-redresseur.

L'appareil comporte une série de commutateurs reliés aux sections d'un enroulement en anneau, lequel est entraîné par un moteur synchrone. Les sections de cet enroulement peuvent être approximativement comparées à des auto-transformateurs de courant; les groupements avec les segments du commutateur sont tels

que, par la modification de la position relative de deux séries de balais, on peut modifier la tension moyenne du courant continu qui est fourni par l'appareil. Le courant n'est pas à proprement parler continu, c'est du courant ondulé; cependant, une bobine d'impédance placée dans le circuit redresse notablement cette courbe ondulée.

Les essais n'ont encore été faits que dans les ateliers de la Cie P.-L.-M. et non sur des trains. Afin de se rapprocher autant que possible des conditions de la traction, la charge dans un de ces essais était formée de quatre moteurs de traction à enroulement-série préalablement étudiés. Les régulateurs-redresseurs pour une puissance de 400 kw étaient au nombre de deux, accouplés mécaniquement et entraînés par un petit moteur synchrone à la vitesse de 750 tours. Le courant était fourni à 160 volts, 25 périodes par un transformateur monophasé. La tension du courant continu varia entre 20 et 250 volts. Le rendement total fut trouvé de 93 pour 100 à cette dernière tension et de 68 pour 100 à la première. Il paraît que dans aucun de ces essais on ne fut géné par le crachement des balais.

A. B.

D'après le *Bulletin de la Société des Ingénieurs-Electriciens sortis de l'Institut Montefiore.*

-oo-

Un nouveau chemin de fer électrique anglais.

Nous avons dernièrement fait remarquer que la Compagnie du Midland Railway procédait à l'équipement de la section Heysham, Morecande et Lancaster. On a adopté à cet effet le système à courant alternatif triple avec 6 000 volts sur la ligne aérienne de distribution et des transformateurs réducteurs sur les voitures automotrices. L'énergie qui alimente ces 7 ou 8 milles de double voie est empruntée à la station génératrice de la Compagnie existant déjà et qui avec ces moteurs à gaz fournit l'éclairage et la force motrice au port de Heysham. Une petite partie du matériel roulant a été commandé aux ateliers de la Compagnie Siemens frères et, à ce sujet, les voitures seront munies de deux moteurs-séries à courant alternatif, système Siemens, chacun d'eux ayant une puissance de 180 ch; le groupe de transformateurs monté sur ces voitures fournira à ces moteurs du courant à 320 volts. Le circuit primaire du transformateurs est commandé électriquement par un commutateur qui est ouvert par le coupleur principal lorsque le levier de ce dernier est au repos. Les moteurs sont attelés sur les essieux par l'intermédiaire d'engrenages réducteurs dans le rapport de 40 à 118. Les roues d'entraînement présentent un diamètre de 1,08 m. Des transformateurs qui sont toujours reliés à la ligne, le courant est envoyé par dérivation aux appareils d'éclairage et de chauffage. Chaque voie comporte un seul fil à trolley supporté par une potence. On se propose de relier les rails et de les mettre à la terre en différents points au moyen de plaques immergées dans la rivière et dans la mer. — A.-H. B.

-oo-

L'industrie électrique en Angleterre.

La situation des maisons de constructions électriques continue à être peu satisfaisante en Angleterre. La production et les possibilités de production sont toujours en excès sur les commandes. Il y a déjà plusieurs années, les anciennes usines existantes s'étaient agrandies et de nouvelles s'étaient fondées un peu partout dans l'espoir que l'industrie électrique tiendrait ses promesses pendant de longues années. Mais les contrats et les commandes de machines pour l'éclairage ou la force motrice devinrent rapidement moins nombreux qu'ils ne l'étaient et la concurrence entre les nombreuses maisons de construction s'établit acharnée abaissant les prix qui s'avilirent encore lorsque les municipalités réduisirent les tarifs et supprimèrent enfin, par cela même, toute chance de réaliser un bénéfice quelconque. L'un après l'autre les constructeurs exprimèrent l'avis qu'il fallait rompre les contrats qui pouvaient les attacher aux municipalités et chercher à l'étranger des commandes qui pourraient enfin leur permettre de réaliser quelque profit. Diverses propositions ont été faites par des constructeurs anglais dans le but de prévenir un abaissement anormal des produits et de prendre à cet effet des arrangements en se syndiquant; mais ces négociations n'ont pas paru donner des résultats bien pratiques. C'est pourquoi plusieurs maisons d'électricité anglaises se sont définitivement tournées vers l'étranger et en ont déjà obtenu des commandes, des concessions et y ont établi des succursales comme dans l'Inde, en Australie, dans l'Amérique du Sud, etc. Si donc certaines grandes maisons de constructions d'Angleterre travaillent encore pour leur pays à cause du mouvement prononcé qui se manifeste pour la traction électrique sur les grandes lignes, elles ne tarderont pas à suivre les autres et à se consacrer avec plus de profit pour l'exportation et l'industrie étrangère.

A.-H. B.

-oo-

Les moulins à vent et la production de l'énergie électrique.

L'*Electricien* a décrit jadis, en son temps, la station génératrice avec moulin à vent organisée à Askov, Danemark, d'après les données de M. La Cour, professeur de l'Académie de cette ville; nous devons enregistrer aujourd'hui un nouvel essai empruntant de nouveaux organes intermédiaires et tenté par un ingénieur de Chicago.

Au lieu d'actionner directement la dynamo par l'arbre du moulin à vent et de se servir d'accumulateurs comme réservoir intermédiaire d'énergie l'inventeur américain, d'après *Western Electrician*, interpose un moteur à air comprimé entre la dynamo génératrice et l'aéro-moteur. Cet air étant comprimé dans un réservoir par une pompe actionnée à l'aide du moulin à vent, une soupape réglée préalablement provoque le démarrage de la pompe et l'introduction de l'air dans le réservoir dès que la pression, dans ce dernier, tombe en dessous d'une valeur déterminée. Il s'ensuit que la marche de la dynamo est parfaitement régulière et que ce simple moyen mécanique permet de supprimer les coûteuses batteries d'accumulateurs qui nécessitent toujours une surveillance extrême et continue. Il est à remarquer que le réservoir à air n'a pas besoin de posséder de grandes dimensions et que l'ensemble du matériel présente un encombrement très restreint. En effet, pour une dynamo de 4 ch, l'inventeur a employé un moteur à air comprimé à trois cylindres de 0,07 m de diamètre avec 0,032 m de course et ayant une vitesse angulaire de 746 tours par minute. Ce moteur consomme 0,3 m^3 d'air par minute ou 130 m^3 en dix heures, limite extrême d'un fonctionnement normal par jour,

si l'on envisage ce matériel installé dans une ferme. Le réservoir, selon la pression de l'air emmagasinné, pourra n'avoir qu'une capacité moyenne de 32 m³, ce qui suffira pour un fonctionnement de cohéreur, en admettant que le vent fasse complètement défaut pendant un jour entier. Ce réservoir affectant la forme cylindrique présente 3 m de long sur 2,40 de diamètre.
G. D.

La station génératrice de Zamora.

L'antique cité hispano-mauresque aux vieilles murailles et aux tours crénelées qui veille, immuable depuis des siècles, en sentinelle avancée, sur le désert montagneux s'étendant vers les frontières portugaises, vient d'être dotée d'une station génératrice hydraulico-électrique toute moderne avec distribution à 40 000 volts. La science actuelle offre de ces contrastes. Les eaux torrentueuses du Douro alimentent les turbines sous une chute de 12 mètres. Les groupes électriques comprennent cinq alternateurs triphasés à arbre vertical de 1000 ch sous 6000 volts, à la fréquence 46,6; le diamètre de l'inducteur est de 3,90 m. Cette station distribue le courant à Zamora, à Salamanque et à Valladolid; pour les deux premières lignes, la tension initiale est portée à 20 000 volts, tandis que pour la troisième ligne longue de 110 km, la tension est de 40 000 volts. Les transformateurs élévateurs sont isolés à l'huile et à refroidissement d'eau. — G. D.

Nouvelles conduites tubulaires pour câbles électriques.

L'*Helios* donne les détails ci-après sur une méthode spéciale, appliquée en Angleterre, pour construire les conduites tubulaires destinées à recevoir les câbles électriques souterrains :

On coule d'abord, dans la tranchée, une fondation en béton; puis, sur cette couche, on dispose un cuvelage en bois qui a reçu la forme extérieure de la conduite projetée et à l'intérieur duquel on introduit un certain nombre de tubes en fer parallèlement disposés, tubes dont le diamètre extérieur correspond au diamètre intérieur que doivent présenter les différentes parties de la conduite; enfin, on applique sur le tout une masse suffisante de béton. Avant de les introduire dans le cuvelage, on a eu soin de plonger les tubes en fer, qui mesurent chacun environ 2 m de longueur et qui sont clos à leurs deux extrémités par des obturateurs en bois, dans des auges remplies d'une graisse portée à l'ébullition; ces tubes, recouverts d'une couche de graisse, sont boulonnés bout à bout ensemble, sans l'intervention de manchons. Lorsque le béton a suffisamment fait prise, coulé entre les tubes qui sont parallèlement disposés dans le cuvelage, on lance à l'intérieur desdits tubes des jets de vapeur fournie par une chaudière mobile qui peut circuler le long de la canalisation; par suite, la couche extérieure de graisse entre en fusion et permet de retirer facilement ces tubes de la masse de béton. Même dans des masses de béton de 140 m de longueur, on peut ainsi facilement retirer la tuyauterie en fer, sur une longueur de 70 m de chaque côté. De plus, le graissage préalable de la paroi extérieure des tubes en fer qui ont permis de calibrer la conduite en béton, permet de faire pénétrer les câbles, sans aucune difficulté, dans ces conduites. Ce mode de construction est relativement peu coûteux et donne pour chaque câble une enveloppe continue sans joints, absolument imperméable à l'eau et au gaz. — G.

Simplification des télémètres électriques.

Après avoir combiné une foule d'ingénieux télémètres électriques dont le premier a été inventé en France par M. Le Goaraut de Tromelin, les Américains semblent vouloir en abandonner l'usage et employer simplement le téléphone, s'il faut en croire *Electrical Review*, comme mode de renseignement entre les postes de visée.

Dans les batteries de côte, avec les télémètres électriques à fonctionnement automatique, on déterminait sur une table horizontale la formation d'un triangle semblable à un premier ayant pour base la distance comprise entre les deux postes de visée, et pour sommet le navire visé, c'est-à-dire le but à atteindre. Les servants des pièces d'artillerie étant donc constamment renseignés sur la distance et la direction, pointaient d'après ces données certaines, sans crainte d'aléas. On a voulu aujourd'hui supprimer les organes évidemment délicats des appareils transmetteurs et récepteurs et les remplacer simplement par des opérateurs qui se transmettent téléphoniquement les résultats des visées. Dans un premier poste, un observateur vise à la lunette le but à atteindre tandis qu'un téléphoniste annonce au second poste le nombre de degrés compris dans l'arc que décrit la ligne de visée. Dans ce deuxième poste, se trouve un observateur semblable et, près de lui, deux marqueurs qui relèvent sur une carte exactement cotée les renseignements fournis par le premier viseur, téléphoniquement, et par le second, de vive voix. Trois observations par minute prises à des intervalles de 20 secondes, permettent non seulement de donner aux canoniers le pointage en direction et en hauteur, mais encore de leur indiquer la vitesse dont est animé le but mobile. — G. D.

Lampe Nernst avec échauffeur en carbone.

Un inventeur américain, M. Albert Ackerman, de Pittsburg, vient de faire breveter une modification de la lampe Nernst dans laquelle le filament d'oxydes est entouré d'un filament de carbone destiné à l'échauffer de façon à produire l'abaissement de résistance nécessaire à l'allumage. Le circuit du filament de carbone est monté en dérivation sur le filament Nernst. L'une des extrémités de chacun d'eux aboutit à un plot commun; l'autre extrémité du fil de carbone est mise en connexion avec la source d'alimentation tant que le courant ne peut traverser le brûleur Nernst; mais dès que la résistance de celui-ci s'abaisse suffisamment, le filament de carbone est mis hors circuit; c'est, en somme, le dispositif habituel des lampes Nernst à auto-allumage.

Le seul point particulier de cette nouvelle lampe résulte de l'emploi du filament de carbone qui nécessite de mettre l'ensemble dans une ampoule vidée d'air. Ce dispositif nous semble difficile à réaliser pratiquement à cause de la difficulté de fonctionnement du brûleur Nernst dans le vide.

L'inventeur revendique comme un des points intéressants de son invention l'allumage instantané de sa lampe.
A. B.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

[redacted] Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 832 8 Décembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **28** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

ÉCLAIRAGE DES TRAINS

SYSTÈME VERITY-DALZIEL

Nous empruntons à notre confrère, *The Electrician*, la description de ce nouveau système d'éclairage de trains qui a été imaginé par M. Dalziel et qui nous semble présenter quelques particularités intéressantes.

Applicable aussi bien à l'éclairage par voitures indépendantes, qu'à l'éclairage par rames ou par trains complets, le système comporte un équipement dont les parties essentielles sont : une dynamo avec inverseur de polarité, un organe de régulation, un dispositif de commutateurs automatiques et une batterie d'accumulateurs.

La dynamo est à enroulement shunt du type ordinaire et pèse environ 100 kg; mais l'inverseur permet de conserver sa polarité quel que soit le sens de sa rotation.

Le régulateur de tension est constitué par trois petites machines de la dimension de celles employées dans les ventilateurs d'appartements dont les induits sont montés sur le même arbre.

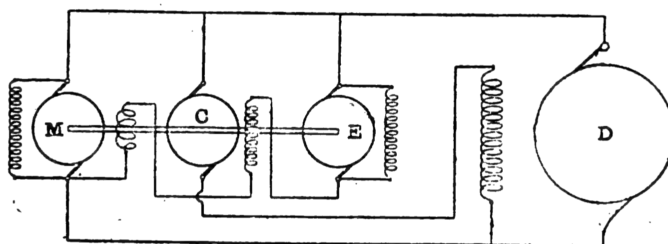


Fig. 1.

Les commutateurs automatiques sont des solénoïdes à noyau de fer doux qui ont pour objet soit de grouper les lampes sur la dynamo ou sur la batterie, soit de charger la batterie par la dynamo.

Il suffit d'une seule batterie pour l'équipement et cette batterie ne travaille qu'à l'arrêt ou lorsque la vitesse du train est très faible et que, par suite, la dynamo ne peut s'amorcer.

Le réglage de la tension du réseau est absolument indépendant de la batterie; il est purement électrique et basé seulement sur les variations instantanées de tension aux bornes de la dynamo suivant la vitesse à laquelle elle tourne. Le régulateur de tension a pour effet de compenser ces variations de tension en agissant sur l'excitation de la dynamo. Dans ce but, les trois petites machines sont montées comme le représente le diagramme (fig. 1); M, C et E sont les trois machines montées comme nous avons dit sur le même arbre; dans ce groupe, M fait fonction de moteur; c'est une machine shunt montée en dérivation sur la dynamo D qui de plus a un enroulement supplémentaire recevant son courant de E, l'excitatrice C est l'organe de régulation qui est constitué par une machine à excitation séparée montée en série sur l'enroulement supplémentaire de M. Enfin l'excitatrice E est une machine shunt. L'ensemble de ces trois machines, montées sur le même arbre, tourne sur deux paliers. L'induit de la machine régulatrice C est montée en série d'une façon permanente avec la bobine inductrice de la dynamo D. La bobine du moteur M et sa bobine de fil fin sont branchées entre les deux fils de ligne. Le courant partant du positif traverse l'induit de l'excitatrice E en se dérivant dans sa bobine inductrice, puis entre dans l'enroulement d'excitation du régulateur C et enfin dans la bobine supplémentaire du moteur M. Dans l'appareil de 50 volts, la dynamo fournit normalement une tension de 58 à 59 volts; l'excitatrice dont l'enroulement est calculé pour donner la saturation du champ magnétique donne environ une tension de 55 à 56 volts aux plus basses vitesses. Si on néglige la chute de tension dans l'enroulement en gros fil de la bobine supplémentaire du moteur, la tension aux bornes de l'enroulement d'excitation de la machine régulatrice C sera donc la différence entre la tension sur la ligne principale et la tension aux bornes de l'excitatrice. Il s'en suit que la tension aux bornes de l'induit de la machine régulatrice sera tantôt positive, tantôt négative par rapport à celle fournie par la dynamo. Cette tension change de sens suivant que la tension en ligne est supérieure ou inférieure à la valeur normale choisie; elle agit donc pour abaisser ou pour survolter cette valeur normale. L'enroulement-série du moteur M agit pour régler la vitesse du groupe : à mesure que la vitesse du train et par suite le courant dans E augmente, l'intensité du champ du moteur s'accroît et par suite la vitesse du groupe des trois machines diminue. Pour maintenir la tension constante en ligne, il suffira donc que l'enroulement série du moteur soit tel qu'une augmentation de tension sur les

bobines inductrices du régulateur C produise une diminution égale de la tension de l'excita-

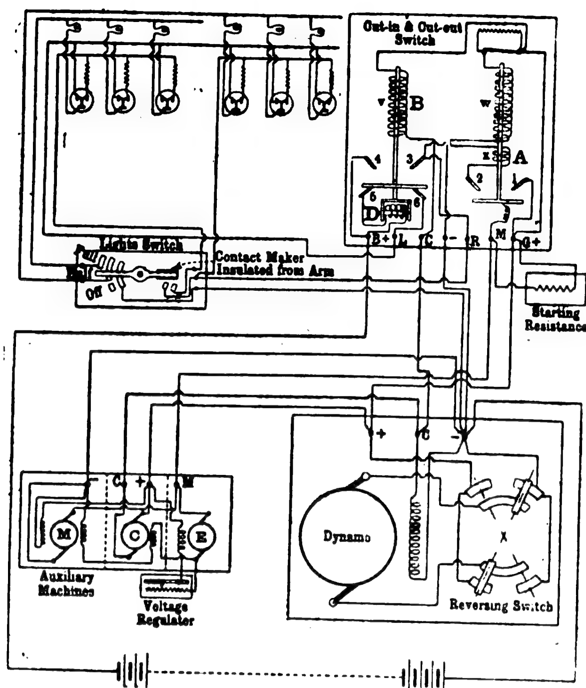


Fig. 2.

trice E. On voit que la régulation est obtenue par les seules variations de tension et qu'une tension constante peut être maintenue aux bornes de la batterie.

Les diagrammes, figures 2 et 3, représentent l'ensemble des connexions des divers organes pour les trains de grande ligne (fig. 2) où l'allumage et l'extinction des lampes se font au gré du voyageur et pour les trains suburbains (fig. 3) où ces opérations sont, au contraire, confiées au personnel.

L'examen de ces diagrammes permet de se rendre compte du fonctionnement des différents organes.

A l'arrêt, ou lorsque la vitesse du train est insuffisante pour que la dynamo fournisse la tension nécessaire, les lampes sont alimentées directement par la batterie.

A la vitesse angulaire de 400 à 450 tours par minute, la dynamo D donne sa tension normale; ce courant traverse la bobine en fil fin *w* de l'interrupteur A, la bobine de champ et, à travers la résistance de démarrage, les induits de l'excitatrice E et du moteur M; ces dernières machines augmentent ainsi de vitesse à mesure que la tension de la dynamo s'élève. Quand la tension a atteint environ 45 volts, le noyau de la bobine A est aspiré, mettant en court-circuit les contacts 1 et 2 et la résistance de démarrage des machines auxiliaires de réglage. A partir de ce moment, l'excitatrice E envoie du courant dans les bobines inductrices de la machine C et dans les bobines série du moteur M; la tension produite par la machine C s'ajoute à celle de la dynamo dans la bobine shunt de cette dernière : il en résulte que la tension de la dynamo s'élève jusqu'à 55 volts. La dynamo commence alors à alimenter les lampes à travers la résistance *x* par le contact 3 et la borne R concurremment avec la batterie; sa tension atteint bientôt 57 à 58 volts; avec une chute de 7 volts dans la résistance, les lampes sont donc à la tension de 50 volts et dès lors toutes branchées sur la dynamo.

Si la vitesse du train vient alors à augmenter, la machine régulatrice C cesse de survolter et tend au contraire à réduire la tension aux bornes de l'enroulement d'excitation de la dynamo D. En examinant les diagrammes, on constatera que tout le courant passant de la batterie aux lampes doit traverser la bobine D; quand la batterie a cessé d'alimenter les lampes, le noyau du solénoïde B est aspiré, les contacts 5 et 6 ne sont plus reliés, tandis que les contacts 3 et 4 sont mis en court-circuit. Cette manœuvre met la batterie en charge; le courant qui traverse alors la batterie dépend de

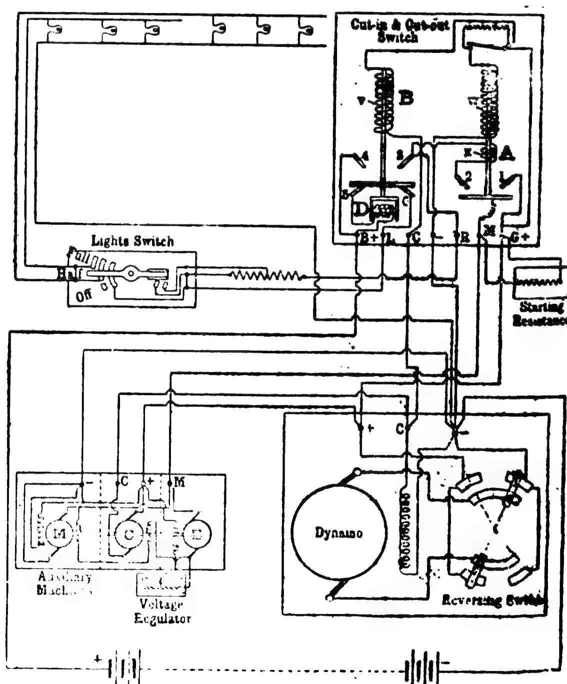


Fig. 3.

son état de décharge; il devient nul, bien entendu, dès que les tensions s'égalisent.

Si, maintenant, la vitesse de la dynamo tombe, la tension inverse de la machine régulatrice C s'abaisse et dès que la contre-tension s'est elle-même abaissée à 10 volts, le noyau du solénoïde B retombe sur les contacts 5 et 6. Pour une vitesse inférieure de la dynamo, les lampes sont alimentées par la batterie : le courant de décharge qui traverse alors l'enroulement x neutralise l'effet de l'enroulement w et le noyau de l'interrupteur A retombe en abandonnant les contacts 1 et 2 : l'état initial est alors rétabli.

Les fluctuations dans l'éclairage des lampes opérées par ce procédé est, paraît-il, presque insensible.

Quand les lampes peuvent être mises en lumière ou éteintes individuellement (fig. 2), chaque lampe est munie d'un commutateur à trois plots, qui permet de couper le circuit de la lampe et sa résistance.

Pour les installations dans lesquelles les lampes sont allumées ou éteintes par le personnel (fig. 3) ces commutateurs sont supprimés et les résistances groupées en une seule.

Un commutateur principal placé à une extrémité de la voiture ou du groupe de voitures permet en outre de couper ou de brancher toutes les lampes ou seulement la moitié.

A. BAINVILLE.

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS L'AIR ET LEURS APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Par **William Cramp** et **Sidney Leetham** (1)

C'est en 1903 que M. Sidney Leetham découvrit, à la suite d'expériences effectuées pour obtenir le blanchiment de la farine par l'ozone, qu'un agent de blanchiment beaucoup plus puissant que l'ozone se trouvait produit, lorsque l'air ozonisé passait dans des caisses où se produisaient des décharges électriques entre des pointes spécialement disposées à cet effet. Evidemment, à en juger par l'odeur, le produit obtenu différait de l'ozone et, pour le caractériser nettement, il a été nécessaire de procéder à de nombreuses et longues recherches. Le Dr H.-E. Armstrong, après avoir procédé à l'analyse de ce produit, écrivait vers cette époque : « Je suis très frappé de la nature des résultats obtenus, c'est-à-dire de la rapidité et de la sûreté avec lesquelles se produit le blanchiment et de la supériorité de cette méthode sur celle qui consiste à utiliser les composés oxygénés de l'azote. Je crois qu'il se produit une action combinée de l'ozone et des composés oxygénés de l'azote, dont je constate la présence, bien que l'analyse n'en indique qu'une proportion ne dépassant pas 0,0002. Je suis convaincu que ce mélange produit une action bien plus efficace que celle que l'on obtiendrait avec l'un ou l'autre des deux éléments constitutifs, effet que l'on peut appeler un *nouvel effet technique.* »

Depuis cette époque, les auteurs se sont attachés à réaliser un appareil convenable pour la production de ce mélange gazeux; au cours de leurs recherches, ils ont observé que la décharge électrique présentait certaines particularités sur lesquelles l'attention ne s'était point portée jusqu'à ce jour. Pour plus de clarté, ils ont divisé la présente étude en quatre sections :

Section I. — Construction et application de l'appareil.

Section II. — Phénomènes électriques.

Section III. — Phénomènes électrochimiques.

Section IV. — Phénomènes chimiques.

Section I. — Contructions et applications de l'appareil. — L'appareil actuellement employé consiste en une caisse en tôle d'acier dans laquelle se trouvent disposés un alternateur, un transformateur, un tableau de distribution, un ozoneur et un dispositif destiné à produire des étincelles; cet ensemble est peu encombrant et disposé pour éviter tout accident. L'air à ozoniser est fourni par un petit ventilateur de Roots; cet air est purifié par son passage dans un petit filtre. Le fonctionnement de cet appareil est le suivant :

L'air pur, débarrassé, par son passage dans le filtre, des poussières qu'il entraine, est envoyé par le ventilateur dans l'ozoneur (placé derrière le tableau de distribution) où il s'ozonise et se stérilise dans une certaine mesure. L'air ozonisé se rend ensuite dans la boîte où se produisent les étincelles; là, une très faible proportion de composés oxygénés de l'azote semble être produite par les étincelles qui éclatent entre les pointes dont est muni l'intérieur de la caisse. De cette caisse à étincelles, l'air passe par une soupape pour se rendre aux appareils sur lesquels passe le produit à blanchir. Les circuits électriques réels sont indiqués sur le schéma que donne la figure 1.

Sur ce diagramme, HT et LT représentent respectivement les circuits à haute tension et à basse tension du transformateur; O est l'ozoneur du type Andreoli; SB est la boite à étincelles dans laquelle sont disposés un certain nombre d'éclateurs en série; AA est l'induit de l'alternateur et EA celui de l'excitatrice; F_1 et F_2 sont les inducteurs de l'alternateur et de l'excitatrice et enfin R_1 et R_2 les rhéostats de réglage. Il convient de remarquer que l'ozoneur et la boite à étincelles sont montés en série, ce qui constitue un grand avan-

(1) Mémoire lu devant l'Association britannique (section B) à York, le jeudi 12 août 1906, mis au point et revisé par les auteurs. — Traduit de l'*Electrician* de Londres.

tage en rendant l'appareil, jusqu'à un certain point, automatique. En effet, toute augmentation d'intensité du courant affecte à la fois l'ozoneur et les étincelles; il en résulte que, dans certaines limites, les proportions du mélange gazeux demeurent constantes. En outre, comme on l'expliquera plus loin, le rendement est plus grand.

On peut remarquer ici qu'avec la quantité normale d'air utilisée, environ 2,831 m³ par minute, le mélange gazeux, à sa sortie de l'appareil, présente approximativement la composition suivante en volumes :

Air, 40 000 parties;

Ozone, 3 parties;

Composés oxygénés de l'azote, 1 partie.

Ce résultat est obtenu en utilisant quatre étincelles, chacune d'elles ayant 15,89 mm de longueur et avec une intensité du courant, dans le circuit à basse tension du transformateur, de 8 ampères.

La composition du mélange gazeux qui vient d'être indiquée, représente la moyenne d'un grand nombre d'analyses faites par M F. S. Sinnatt, de l'Ecole de technologie de Manchester; on verra qu'elle concorde assez bien avec l'évaluation ap-

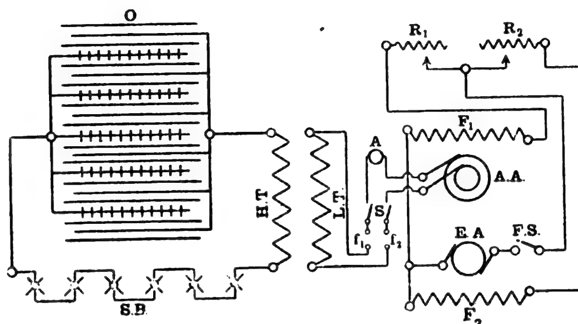


Fig. 1.

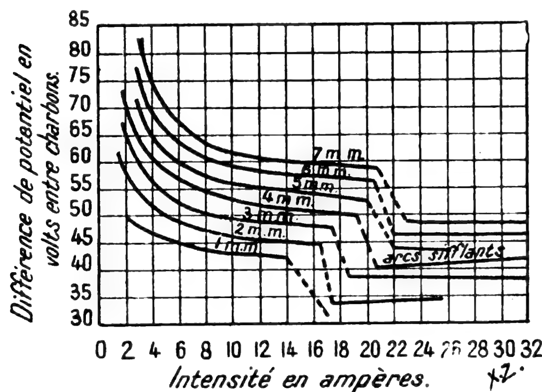


Fig. 2.

proximative du docteur Armstrong. Il faut cependant bien faire remarquer que des variations de composition du mélange gazeux sont la conséquence immédiate d'un changement dans l'un quelconque des facteurs suivants :

1. Fréquence;
2. Quantité d'air envoyé dans l'appareil;
3. Distance explosive des éclateurs et nombre de ces derniers;
4. Forme des pointes;
5. Température;
6. Intensité du courant dans le circuit à basse tension du transformateur.

De ces facteurs, les deux derniers influencent surtout les phénomènes chimiques. Au point de vue scientifique, l'intérêt réside dans la question de savoir comment ces divers facteurs affectent la composition du mélange gazeux et aussi quel est le mode de décharge auquel est due la formation des gaz actifs.

Section II. — Phénomènes électriques. — Jusqu'ici on a divisé en trois grandes catégories tous les types de décharges électriques alternatives :

1° L'arc à courant ordinaire alternatif;

2° La décharge à haute tension entre pointes;

3° La décharge silencieuse;

Ces trois sortes de décharges ont généralement été considérées comme des phénomènes séparés et distincts; mais on ne les a jamais exactement définis. En réalité, ils ne sont pas distincts; ils comprennent toutes les phases du même phénomène, c'est-à-dire la perturbation qu'éprouve l'air, en tant qu'isolant, quand il se trouve soumis à une tension électrique. On a généralement établi cette classification en trois groupes, d'après l'effet

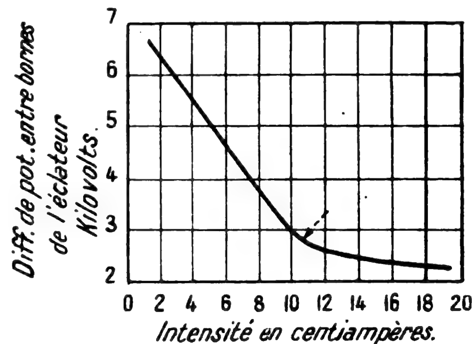


Fig. 3.

produit par la décharge. C'est ainsi que l'on a admis l'arc comme le type de décharge donnant à la fois beaucoup de chaleur et de lumière. On a appelé disruptive la décharge qui est bien moins chaude, quoique encore lumineuse, et qui est connue comme produisant les oscillations hertziennes. Quant à la décharge silencieuse, on admet généralement que c'est elle qui produit l'ozone.

Or, en plaçant dans l'air et en regard l'une de l'autre, deux pointes métalliques isolées et séparées par une petite distance et si l'on établit entre elles une différence de potentiel, il se produit, à

mesure que la tension augmente, les phénoménes suivants :

a) L'air se trouve mis en état de tension;

b) De petites voies conductrices apparaissent traversant l'air, à mesure que la résistance diminue, donnant naissance à de petits filets bleus sortant des pointes;

c) Les filets bleus deviennent plus épais, finissant parfois par relier les pointes;

d) Les filets plus épais constituent une décharge très analogue à l'arc ordinaire. Enfin, les pointes s'échauffent et le courant qui s'écoule peut graduellement augmenter d'intensité jusqu'à ce que la décharge se transforme, en réalité, en un arc à courant alternatif.

Pendant la succession de ces divers phénomènes, la relation entre l'intensité et la différence de potentiel entre les pointes est très remarquable. On sait depuis longtemps qu'un arc, à courant continu ou alternatif, ne peut se maintenir comme dans un circuit à potentiel constant que s'il existe, en série avec lui, une résistance de réglage ou tout autre dispositif équivalant à cette résistance. Ce fait a donné lieu à une discussion sur la question de savoir s'il se produit ou non une force contre électromotrice dans l'arc, bien qu'on estime généralement, aujourd'hui, que les seules variations de la résistance de l'air sont suffisantes pour expliquer les particularités observées. Une force contre-électromotrice existe-t-elle ou non? C'est une question qui ne saurait rentrer dans le cadre du présent mémoire; dans tous les cas, il n'en demeure pas moins parfaitement certain que la résistance *apparente* de l'arc se modifie suivant les variations de l'intensité du courant passant par cet arc. Dans le cas des lampes ordinaires à arc, les résultats que l'on constate immédiatement sont le plus souvent très semblables à ceux qu'indiquent les courbes de la figure 2, courbes représentant la relation qui existe entre la différence de potentiel et l'intensité du courant dans l'arc à courant continu et qui ont été publiés

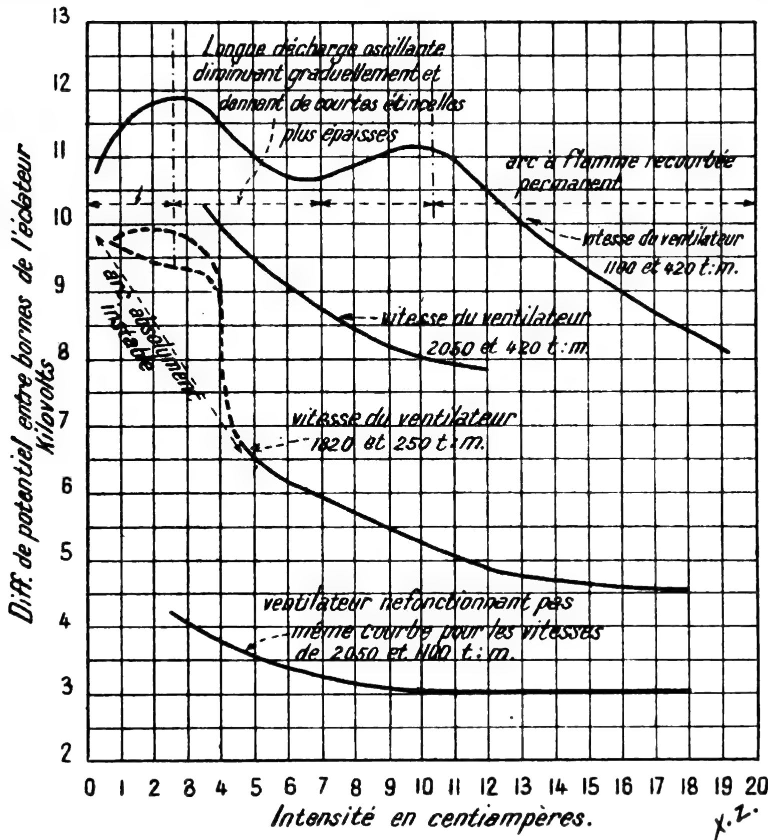


Fig. 4.

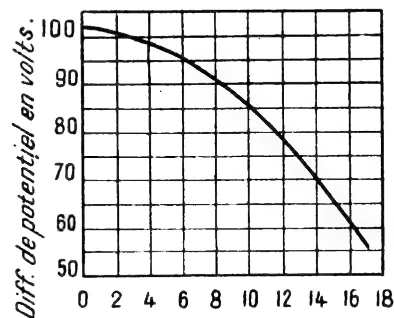


Fig. 5.

par Mme Ayrton dans son livre *l'Arc électrique*. Or, on constate que le même rapport existe entre cette forme de décharge et les deux autres. On reconnaît que le cycle des phénomènes énoncés ci-dessus, en *a*, *b*, *c*, *d*, comprend non seulement la décharge par étincelle, mais aussi la décharge dite silencieuse. Les figures 3 et 4 reproduisent les courbes montrant la relation qui existe entre la différence de potentiel et l'intensité pour les cas qui comprennent à la fois la décharge silencieuse et la décharge par étincelle. On remarquera que, comme dans le cas de l'arc, la chute de potentiel est très rapide à mesure que l'intensité augmente, mais qu'enfin elle s'arrête jusqu'au moment où elle devient presque proportionnelle à l'intensité (1).

Ces diagrammes ne montrent pas seulement la concordance qui existe entre la forme des courbes des figures 3 et 4 et celle des courbes de la figure 2, concordance très importante, mais indiquent, en outre, qu'il est fort difficile de tracer des lignes de démarcation bien délimitées pour les différents modes de décharge. Il convient de noter que, désirant agir sur l'air avec les divers modes de décharge, il fallait maintenir un courant d'air à travers l'appareil. C'est pourquoi la plupart des courbes ci-dessus sont prises avec une certaine vitesse de courant d'air, dépendant de la vitesse de fonctionnement du ventilateur. Ainsi, dans la figure 4, les chiffres 420 et 250 se rapportent à la vitesse angulaire d'un ventilateur Roots de 63,5 mm de diamètre et correspondent à un courant d'air passant à travers la boîte à étincelles, aux vitesses respectives de 972 m et 577 m par minute.

Ce passage rapide de l'air a pour effet (comme on l'a montré) d'augmenter la différence de potentiel, l'intensité restant constante; c'est ce qui va être examiné plus amplement. L'origine des courbes, — c'est-à-dire les parties pour lesquelles la différence de potentiel est élevée, — se rapporte généralement à la décharge qui produit surtout l'ozone. Aussitôt que la courbe s'infléchit, la différence de potentiel, pour une intensité déterminée, n'est plus suffisante et la quantité d'ozone produite devient très faible.

On voit clairement, en examinant les courbes :

1° Que la différence de potentiel entre les pointes de l'éclateur diminue graduellement à mesure que l'intensité augmente, montrant clairement que la résistance des décharges électriques varie comme dans le cas de l'arc ordinaire;

2° Que l'action produite par la décharge dépend de la tension aux bornes pour une intensité donnée. Ainsi, dans les conditions indiquées, figure 4, il ne se produit pratiquement aucun composé oxygéné de l'azote, tant que la différence de potentiel n'atteint pas la valeur indiquée par une flèche sur le diagramme. Du côté droit de cette flèche, la décharge serait un arc petit mais assez chaud, sans la présence du courant d'air qui souffle l'arc et le transforme en une flamme courte. En d'autres termes, jusqu'à ce point, la décharge doit être considérée, pratiquement, comme une décharge silencieuse; au-delà du même point, elle constitue la décharge dite à étincelle. Cependant cette modification de la nature de la décharge se produit graduellement. On peut obtenir des décharges de différents caractères en réglant simplement la différence de potentiel entre les pointes de l'éclateur ou bornes, de manière à remplir les conditions suivantes : comme la résistance apparente ou impédance de l'air, au travers duquel passe l'étincelle, semble dépendre non seulement de la longueur, mais aussi de l'intensité du courant, cette résistance est d'autant plus faible que le courant est plus intense, il s'ensuit que si la tension de l'arc restait constante, une fois la décharge commencée, l'intensité augmenterait de valeur, jusqu'à ce que le produit $I \times R = E$, expression dans laquelle R est la résistance ou impédance de l'arc, E, la différence de potentiel appliquée et I l'intensité. Si R tend à décroître plus rapidement que I n'augmente, les conditions sont absolument instables et donnent lieu à la production d'une longue série d'étincelles éclatant entre les pointes, étincelles qui ont été souvent observées au cours des expériences décrites dans ce travail. Ces étincelles sont produites par un grand afflux de courant qui ne se trouve seulement limité que par la réaction d'induit de la génératrice. Par suite, au-delà d'une certaine limite, la f. é. m. et la différence de potentiel qui en résulte, diminuent de valeur, si bien que l'intensité tombe presque instantanément à zéro. Aussitôt que ce phénomène s'est produit, la f. é. m. augmente de nouveau de valeur, l'étincelle éclate et un autre afflux de courant se produit avec le même résultat. Ce phénomène peut se reproduire jusqu'à 60 fois par minute. Pour rendre la décharge permanente, il suffit alors de disposer le circuit de manière qu'une augmentation d'intensité produise, entre les bornes de l'éclateur, une chute de potentiel suffisamment grande et, alors, en réglant convenablement le circuit, on obtient une décharge permanente. Les seules autres conditions nécessaires pour produire et maintenir la décharge sont : 1° que la différence de potentiel maximum de l'onde de f. é. m., soit suffisante pour permettre à la décharge de se produire; 2° que l'intensité du courant qui s'établit alors soit assez grande pour diminuer la résistance de l'air entre les pointes de l'éclateur, afin que la colonne de vapeur produite ne disparaisse pas entièrement avant que le point zéro soit franchi et le courant rétabli. L'établissement du circuit remplaçant les conditions indispensables que l'on vient d'indiquer, peut se réaliser de plusieurs

(1) Dans toutes ces courbes donnant le rapport de la différence de potentiel à l'intensité, la différence de potentiel est exprimée en kilovolts et l'intensité en centièmes d'ampère.

manières différentes. Dans l'appareil dû aux auteurs du présent mémoire, on l'obtient en utilisant l'impédance d'une lourde armature animée d'un mouvement synchronique; mais on peut obtenir le même résultat, d'une manière presque aussi parfaite, en employant des bobines de résistance ou de réactance. Plus la décharge est puissante. plus grande doit être la résistance utilisée : par exemple, si l'on veut réaliser une décharge silencieuse, la résistance devra pouvoir absorber un tiers ou la moitié de la tension appliquée aux bornes. Un ozoneur fondé sur ce principe est celui bien connu de Schneller, dans lequel on produit la chute de potentiel au moyen d'un tube de glycérine, au travers duquel passe le courant en se rendant aux plaques entre lesquelles se produit la décharge silencieuse. Si l'on veut obtenir un arc à potentiel ordinaire constant, on diminue la valeur de la tension aux bornes d'environ un quart en réglant l'impédance du circuit. D'autre part, la caractéristique de l'alternateur employé par les auteurs du présent mémoire est représentée à la figure 5.

(A suivre.)

LES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

DANS LA COTE-D'OR

Indépendamment des installations privées, le département de la Côte-d'Or compte 17 usines génératrices d'énergie électrique alimentant au total 35 localités, auxquelles il convient d'en ajouter 5 autres situées, partie en Saône-et-Loire, partie dans l'Aube.

De ces 17 usines génératrices, 5 seulement ont un réseau de distribution desservant plusieurs localités; les 12 autres ne possèdent qu'un réseau local.

La majeure partie de ces usines utilise des forces motrices hydrauliques; il y en a 10 fonctionnant exclusivement avec des moteurs hydrauliques; deux ayant, en outre, des moteurs à vapeur comme secours et, enfin, une possédant des moteurs hydrauliques à vapeur et à gaz. Trois usines seulement ont une installation ne comportant que des machines à vapeur.

En ce qui concerne la nature des courants produits, on trouve :

Produisant du courant continu. . .	10	usines
— du courant alternatif simple.	3	—
— des courants triphasés. .	3	—
— à la fois du courant alternatif simple et des courants triphasés.	1	—
Total. . .	17	

Les cinq usines génératrices alimentant plusieurs localités sont les suivantes :

Autricourt. — Cette usine est exploitée par M. Mangin et produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués à la tension de 3000 volts et utilisés sous 120.

La force motrice hydraulique est empruntée à l'Ource, affluent de la Seine.

Cette station alimente dans la Côte-d'Or :
Autricourt, 545 hab. ;
Grancey-sur-Ource, 658 hab. ;
et dans l'Aube :
Essoyes, 1498 hab. ;
Verpillières, 383 hab.

Dijon. — La station génératrice de Dijon, appartenant à la *Société dijonnaise d'électricité*, utilise exclusivement la vapeur pour actionner ses machines génératrices.

Elle produit du courant alternatif simple et des courants triphasés, à la fréquence de 50 périodes, distribués à 2400 volts et utilisés sous 110 volts par les abonnés.

Dijon possède de nombreuses industries, parmi lesquelles on peut citer des fonderies de fonte; des usines fabriquant des outils de menuisier, de la grosse chaudronnerie, des limes; des moulins à blé; des brasseries dont les produits sont très estimés; des imprimeries; des fabriques de vitraux d'église; des tanneries renommées; des fabriques de billards, de peignes à tisser; des taillanderies; des ateliers de construction de machines, etc., etc. Il convient également de mentionner certains produits, jouissant d'une réputation méritée et dont la fabrication a pris une importance considérable à Dijon, tels que la moutarde, la liqueur de cassis, les nonnettes et les pains d'épices aromatisés, le vinaigre, etc. Il est certain que l'énergie électrique peut trouver de très nombreuses applications dans ces diverses industries.

L'usine génératrice de Dijon alimente, les localités suivantes :
Brochon, 448 hab. ;
Chenove, 780 hab. ; où se trouvent des carrières de marbre ;
Dijon, 67 736 hab. ;
Gevrey-Chambertin, 1760 hab.

La distribution d'énergie électrique dans la région de Dijon tend actuellement à se développer et ce réseau suburbain ne tardera pas à s'étendre davantage.

Montberthault. — L'usine de Montberthault appartient à M. Lemonnier; elle produit du courant alternatif simple à 50 périodes, distribué à 2100 volts et utilisé sous 110 volts. La force motrice hydraulique qui actionne les machines génératrices est empruntée au Serein, affluent de l'Yonne.

Cette station alimente :

Epoisses, 909 hab ; fabrication de fromages ;
Montberthault, 402 hab.

Nolay. — Cette station génératrice appartient MM. Devèze et Cie et produit du courant alternatif simple à 50 périodes, distribué à 5000 et à 2400 volts et utilisé sous 110 volts. La force motrice est exclusivement fournie par la vapeur.

Il y a à Nolay des mines de fer et des moulins à blé.

Cette usine alimente dans la Côte-d'Or :
Chassagne, 842 hab. ;
Meursault, 2426 hab. ;
Nolay, 2302 hab. ;
Puligny-Montrachet, 940 hab. ;
Santenay, 1512 hab. ; extraction de sable utilisé en verrerie ; sources d'eaux minérales chlorurées sodiques,
et dans Saône-et-Loire :
Change, 568 hab. ;
Cheilly-les-Maranges, 876 hab. ;
Paris-l'Hopital, 551 hab.

Tart-le-Bas. — Cette usine, exploitée par M. Gruère, emprunte sa force motrice hydraulique à l'Ouche, affluent de la Saône.

Elle produit du courant alternatif simple à 50 périodes, distribué à la tension de 4000 volts et utilisé sous 120 volts.

Cette station alimente :
Aiserey, 711 hab. ;
Genlis, 1100 hab. ;
Longeault, 212 hab. ;
Longecourt, 594 hab ;
Marliens, 140 hab. ;
Pluveaut, 267 hab. ;
Pluvet, 301 hab. ;
Tart-le-Bas, 208 hab. ;
Tart-le-Haut, 354 hab. ;
Varanges, 405 hab.

* * *

Les 12 usines génératrices assurant un service local sont les suivantes :

Aignay-le-Duc (835 hab.). — Cette usine appartient à l'Association syndicale libre Hémery, Favergeon et Cie, et produit du courant continu, distribué à 2 fils sous 200 volts. La force motrice est hydraulique et empruntée à la Coquille, affluent de la Seine.

Bèze (1007 hab.). — Cette station, exploitée par M. Grosset, produit du courant continu. La distribution se fait avec 2 fils à la tension de 110 volts. La force motrice hydraulique est fournie par la Bèze, affluent de la Saône.

Il y a à Bèze des forges et des aciéries.

Darcey (508 hab.). — L'usine appartient à une Société locale, distribuant à 2 fils du courant continu à 240 volts. Il y a à Darcey un lac souterrain d'où sort la belle source de la Douix, l'une des plus abondantes de France ; cette rivière se jette dans la Coquille, affluent de la Seine, et fournit la force motrice à la station génératrice de Darcey.

Laignes (1158 hab). — Cette usine municipale distribue du courant continu par une canalisation à 2 fils sous 110 volts. Cette localité, située à la source de la Laignes, qui sort d'une superbe fontaine à 210 m d'altitude, utilise naturellement la force motrice de ce cours d'eau qui se jette dans la Seine.

Comme industrie, il y a à Laignes des fabriques de toile.

Marcilly-sur-Tille (464 hab.). — L'usine appartient à M. Garnot et distribue du courant continu à 110 volts par une canalisation à 2 fils. C'est la Tille, affluent de la Saône, qui fournit la force motrice à cette station ; une installation de moteur à vapeur peut être utilisée en cas de besoin.

Marigny-le-Cahouët (706 hab.). — Cette station, exploitée par M. E. Journaux, produit du courant continu à 125 volts ; la canalisation est à 2 fils et la force motrice utilisée est la vapeur.

Mirebeau-sur-Bèze (1102 hab.). — L'usine de Mirebeau appartient à M. Busson et distribue du courant continu à 120 volts par une canalisation à 2 fils. La force motrice hydraulique est empruntée à la Bèze, affluent de la Saône.

Montbard (2653 hab.). — M. Piaux est le propriétaire de cette station qui produit des courants triphasés à 50 périodes, distribués à la tension de 3000 volts et utilisés sous 120 volts. L'Armançon, affluent de la Seine, lui fournit la force motrice ; la station dispose, en cas de besoin, d'un moteur à vapeur.

Il y a à Montbard des fonderies de fonte.

Pontailler-sur-Saône (1175 hab.). — M. Ritter est le propriétaire de cette station qui produit des courants triphasés à 50 périodes. La distribution est faite à la tension de 5000 volts, ramenée à 110 volts chez les abonnés. La Saône fournit la force motrice à cette usine.

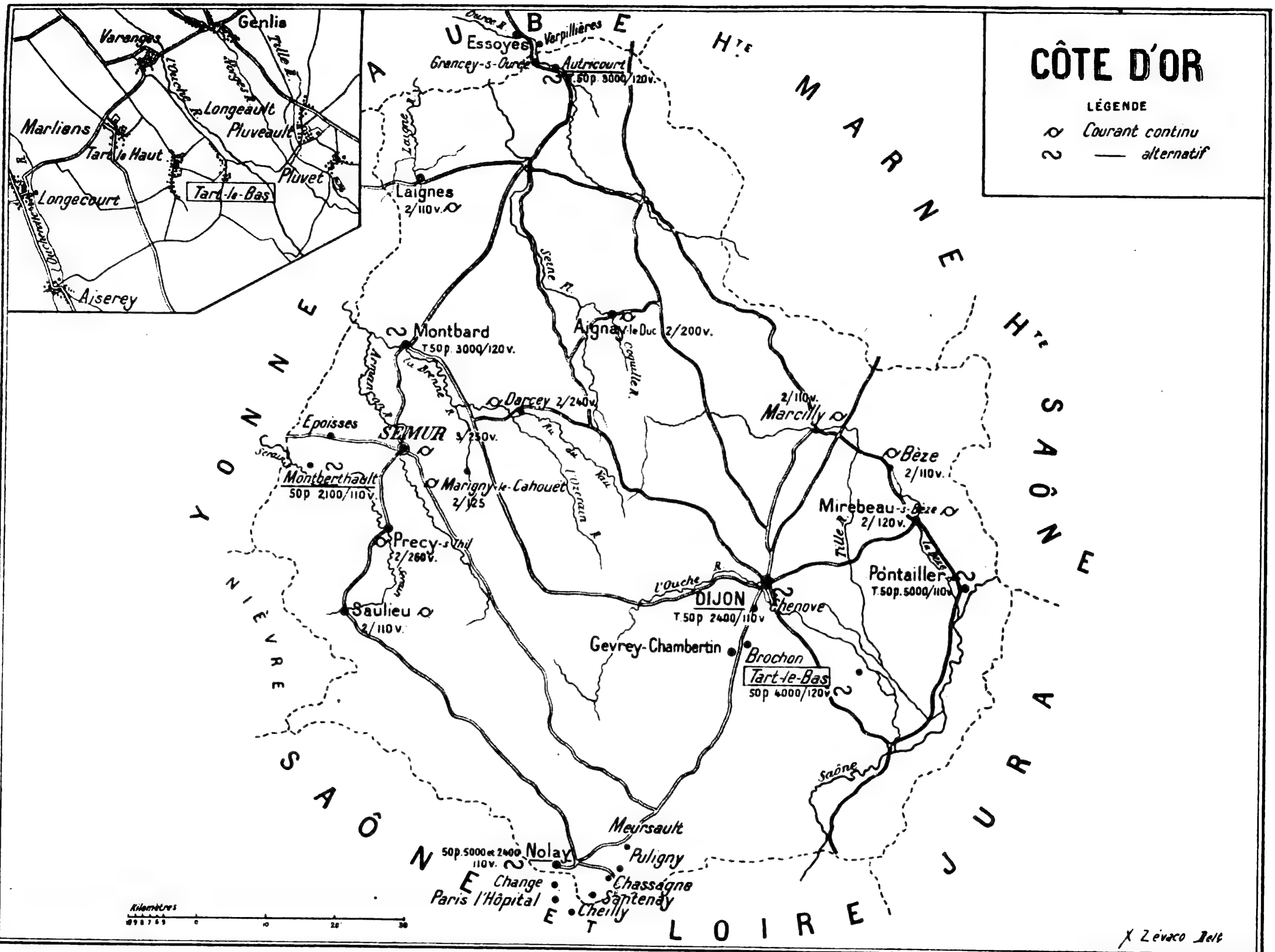
Comme industrie, il convient de citer des fonderies de fonte.

Précy-sous-Thil (765 hab.). — Cette usine municipale fournit du courant continu. La canalisation est à 2 fils et la tension est de 260 volts. La force motrice est fournie par le Serein, affluent de la Seine.

Précy-sous-Thil possède des hauts-fourneaux.

Saulieu (3672 hab.). — Station municipale fournissant du courant continu sous 110 volts avec distribution à 2 fils. La force motrice est produite par la vapeur.

Saulieu exploite des carrières de granits, expé-


CÔTE D'OR
LÉGENDE
Courant continu
— alternatif
AUBE
Hte MARNE
Hte SAÔNE
JURA
SAÔNE ET LOIRE
NIÈVRE
YONNE
Essoyes
Verpillières
Grancey-s-Ource
Autricourt
50 p. 3000/120 v.
Laignes
2/110 v.
Montbard
T. 50 p. 3000/120 v.
Aignay-le-Duc 2/200 v.
Coquille R.
Seine R.
Darcey 2/240 v.
Epoisses
SEMUR 3/250 v.
Montberthault
50 p. 2100/110 v.
Marigny-le-Cahouet
2/125
Precy-s-Thil
2/260 v.
Saulieu
2/110 v.
Marcilly
2/110 v.
Bèze
2/110 v.
Mirebeau-s-Bèze
2/120 v.
Pontailler
T. 50 p. 5000/110 v.
L'Ouche R.
DIJON
T. 50 p. 2400/110 v.
Chenove
Gevrey-Chambertin
Brochon
Tart-le-Bas
50 p. 4000/120 v.
Saône
Meursault
Nolay
50 p. 5000 et 2400 110 v.
Puligny
Chassagne
Change
Paris l'Hôpital
Santenay
Cheilly
Kilomètres
X. Zévaco Delt
Genlis
Varanges
Tille R.
Norges R.
Longeault
Pluveault
Pluvet
Marliens
Tart-le-Haut
Tart-le-Bas
Longecourt
Aiserey

diés à Paris pour faire des dallages et des bordures de trottoirs et possède aussi des tanneries renommées.

Semur-en-Auxois (3835 hab.). — La *Société gaz, eau et électricité*, propriétaire de cette station, fournit du courant continu, distribué à 3 fils, avec une tension de 125 volts par pont.

Comme force motrice, l'usine dispose de l'eau, de la vapeur et du gaz. La force motrice hydraulique est fournie par l'Armançon, affluent de la Seine.

Semur possède des filatures de laine, des brasseries, des imprimeries.

J.-A. Montpellier.

ACCIDENTS DUS A L'ÉLECTRICITÉ

Dans le rapport présenté à la Société industrielle de Mulhouse, par M. Kammerer, chargé du service de contrôle des installations électriques en Alsace, nous relevons les détails suivants relatifs aux accidents.

Un accident mortel s'est produit en Lorraine chez un des sociétaires de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur.

Un monteur (non électricien), qui avait à faire une réparation sur une estacade, a grimpé le long d'un pylone en fer qui servait de support aux conducteurs d'un transport d'énergie triphasé à 500 volts. Entre le pylone et les fils nus il y avait un espace d'environ 40 à 45 cm, donc juste de quoi passer. Le monteur, qui ne se doutait pas du danger et qui sans doute croyait avoir la place de passer sans toucher les fils, essaya de monter le long du pylone. Mais son dos vint en contact avec les fils et il reçut, au travers de la chemise, qui sans doute était mouillée car il faisait chaud, une commotion si violente qu'il ne put plus lâcher les traverses du pylone par suite de la crispation des mains et s'arcbouta entre le pylone et les fils. Quand quelques minutes plus tard on coupa le courant à la station centrale, la victime, qui entre temps s'était évanouie, tomba sur le sol d'une hauteur d'environ 7 m. On pratiqua immédiatement la respiration artificielle et on réussit en effet à rétablir la respiration, mais le malheureux expira une heure après, sans avoir repris connaissance.

Les trois fils électriques contre lesquels la victime s'était appuyée avaient marqué trois profondes brûlures sur son dos.

Cet accident regrettable est dû uniquement à ce que la victime ignorait complètement le danger des conducteurs électriques, car l'installation elle-même était en règle. A ce sujet, M. Kammerer fait remarquer que cet accident eût sans doute été évité si les conducteurs, au lieu d'être nus, eussent été isolés. Or, les prescriptions de l'Union des électriciens allemands pour la haute tension (applicables dans ce cas) interdisent précisément les fils isolés pour toutes les lignes aériennes. Cette interdiction est motivée par les raisons suivantes : 1° que toutes les mesures de protection tant permanentes (cadres, filets, etc.), que temporaires (mise à la terre temporaire des fils), que l'on emploie en général pour éviter les accidents par les lignes aériennes, sont fondées sur la mise à la terre des conducteurs en cas de rupture ou de réparation, ce qui suppose l'emploi exclusif de conducteurs nus; 2° que, d'autre part, les enveloppes isolantes des fils se désagrègent toutes après un certain temps quand elles sont exposées aux intempéries et que, même à l'état neuf, elles ne peuvent assurer, quand elles sont mouillées, un isolement suffisant pour qu'on puisse toucher impunément les conducteurs ainsi isolés.

Ces raisons ont une valeur incontestable quand il s'agit de hautes tensions, mais M. Kammerer estime que les prescriptions allemandes vont trop loin en imposant cette règle déjà à partir de 250 volts et qu'il vaudrait mieux ne la rendre obligatoire qu'à partir de 1000 volts.

En effet, il ne faut pas oublier que les tensions de 300 à 750 volts entrent de plus en plus dans la pratique industrielle et qu'on les trouve dans beaucoup d'établissements où des conducteurs à ces tensions sillonnent les cours, longent les bâtiments et passent par dessus les toits. Il est souvent très malaisé et onéreux de placer hors de portée, c'est-à-dire à 2 m de hauteur, toutes les lignes qui passent sur les toits ou de les munir de filets, et d'ailleurs les filets ne constituent pas, dans bien des cas, une protection suffisante, car il est arrivé souvent que des couvreurs ou d'autres ouvriers ayant à travailler sur les toits aient touché des conducteurs libres ou même entourés d'un filet à larges mailles, soit par forfanterie, soit par ignorance, soit involontairement. Il est bien heureux que, dans ces cas, les ouvriers en soient quittes pour quelques brûlures. Une enveloppe isolante autour des fils, même si elle était mouillée ou en mauvais état, constituerait presque toujours une protection suffisante pour éviter les brûlures ou les accidents plus graves, d'autant plus qu'aujourd'hui l'industrie fournit

des conducteurs isolés (par exemple au caoutchouc vulcanisé ou au minium) qui résistent très bien aux intempéries et que l'on peut facilement entretenir en bon état aux endroits accessibles (comme par exemple sur les toits) en les recouvrant périodiquement d'un enduit approprié.

Comme l'accident qui vient d'être signalé n'est pas le premier de ce genre et que déjà, il y a trois ans, un accident mortel était arrivé chez un des sociétaires de l'Association par une ligne triphasée à 400 volts, posée le long d'un bâtiment, M. Kammerer a été amené à conseiller l'emploi de conducteurs isolés par des enveloppes résistantes (caoutchouc vulcanisé ou minium, genre Hackethal), pour les lignes à moyenne tension (jusqu'à 1000 volts) partout où ces lignes peuvent être facilement accessibles et, par conséquent, facilement entretenues, par exemple le long des bâtiments industriels et sur les toits, surtout sur les toits assez bas de certaines usines, quand on ne peut pas mettre les conducteurs à 2 m de hauteur au-dessus du toit.

Le même rapport rend compte de quelques accidents non mortels consistant surtout en brûlures. Il convient d'attirer spécialement l'attention des industriels sur ce genre d'accidents qui arrivent surtout au personnel chargé de l'entretien du matériel électrique, soit par suite d'imprudence, soit parce que certains appareils, tels que les coupe-circuits et interrupteurs, ne sont pas couverts. Les brûlures électriques peuvent avoir des suites graves à cause des particules métalliques et surtout de cuivre qui entrent dans la plaie.

Il est intéressant de signaler également deux autres accidents mortels dont le service de contrôle a eu connaissance et qui ont ceci de particulier qu'ils se sont tous deux produits à des tensions très basses et que l'un des deux intéresse un grand nombre de propriétaires de chaudières.

Le premier accident est arrivé lors du nettoyage et piquage d'une chaudière à foyer intérieur. Les ouvriers occupés à cette besogne avaient, comme ils le faisaient d'habitude, dérivé cinq lampes à incandescence sur la ligne d'éclairage de la chaufferie, pour éclairer l'intérieur de la chaudière. La température de la chaudière était encore assez élevée pour obliger les ouvriers à couper leur travail de quelques repos. Après un de ces repos, l'un des ouvriers, qui était à cheval sur le tube foyer et tenait d'une main une lampe à incandescence mobile (munie d'un grillage métallique), s'affaissa brusquement sans connaissance.

Quand on put le sortir de la chaudière, il avait cessé de vivre. On remarqua sur la poitrine de petites traces de brûlures occasionnées par le contact du grillage métallique qui entourait la lampe. En effet, ce grillage métallique avait eu un contact direct avec un des conducteurs par suite du bris d'un anneau en porcelaine dans la douille de la lampe. La tension n'était que de 120 *volts* alternatifs et la victime était un homme de quarante-trois ans, très robuste. Cet accident, avec une aussi basse tension, doit être attribué à l'excellent contact qui existait entre la chaudière et, par conséquent, la terre et la victime, ainsi qu'à l'état de transpiration dans lequel se trouvait cette dernière, par suite de la température élevée.

Il y a donc lieu d'être prudent dans l'emploi des lampes électriques pour le nettoyage des chaudières et de toujours bien s'assurer au préalable que les conducteurs et l'appareillage de la lampe sont en bon état et que les parties métalliques accessibles, telles que le grillage, sont toujours bien isolées par rapport aux conducteurs amenant le courant.

Le second accident, qui a été signalé par une autre Association de propriétaires d'appareils à vapeur, s'est produit dans une mine qui emploie, pour l'extraction, des locomotives électriques avec fil de contact à 220 volts en courant continu. Un mineur qui toucha accidentellement le conducteur perdit connaissance et ne put être rappelé à la vie, même en pratiquant la respiration artificielle, appliquée, du reste, assez maladroitement. Si la respiration artificielle avait été appliquée immédiatement, suivant toutes les règles de l'art, il est probable que la victime aaurit pu être sauvée, car l'autopsie ne révéla aucune lésion au cœur ou à un autre organe essentiel.

APPAREIL DE SÉCURITÉ

CONTRE LES ÉTINCELLES ACCIDENTELLES

DANS LES EFFETS DE TÉLÉMÉCANIQUE SANS FIL (1).

En général, une opération de télémécanique sans fil (signal ou effet quelconque) est réalisée à l'aide de deux circuits électriques : 1° le circuit du système sensible aux ondes (radioconducteur ou

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, le 22 octobre 1906.

autre révélateur), qui comprend la bobine mobile du relais; 2° le circuit de travail, fermé par le contact du relais, lorsque le système sensible est impressionné par une étincelle; ce second circuit renferme des électro-aimants et une pile locale, il sert à déterminer l'opération.

Des étincelles accidentelles peuvent être rendues inoffensives de deux manières : soit par une syntonisation rigoureusement établie, qui fait que le système sensible aux ondes ne répond pas à une longueur d'onde fortuite; soit par une ouverture opportune du circuit de travail, qui fait que la conductibilité du radioconducteur n'entraîne pas l'opération.

Aucun de ces deux modes de préservation ne serait efficace contre un exploseur perturbateur lançant un flux ininterrompu d'étincelles; cela se conçoit, même dans le cas d'une syntonisation parfaite, si l'appareil perturbateur varie ses éléments d'accord et passe, à des intervalles rapprochés, par l'accord particulier aux deux postes qui sont en correspondance. Dans ces conditions, toute télégraphie ou télémécanique sans fil est impossible.

S'il s'agit d'étincelles perturbatrices purement accidentelles, aucune des deux manières n'est encore susceptible d'exercer une préservation absolument certaine; toutefois, on peut trouver au problème des solutions qui sont pratiquement suffisantes.

C'est de la seconde manière, par ouverture du circuit de travail, que je me suis proposé ici de réaliser la préservation. Une étincelle accidentelle ayant impressionné le circuit du radioconducteur et le relais ayant effectué sa fermeture, le circuit de travail est maintenu pratiquement ouvert, au point de vue de l'effet à produire, par un interrupteur spécial qui est la pièce essentielle de l'appareil de sécurité.

Description de l'interrupteur. — L'interrupteur consiste en une roue que fait tourner un moteur à mouvement sensiblement régulier. Le pourtour de la roue est en matière isolante, sauf sur des touches conductrices très étroites qui servent à fermer le circuit de travail en réunissant transversalement deux balais flexibles, parallèles. Les touches sont à peu près équidistantes, nous supposerons leur nombre égal à 5 (la sécurité croît dans une certaine mesure avec le nombre des touches).

Mécanisme du déclenchement. — Le déclenchement de l'opération est produit par l'intermédiaire d'une came que la roue interruptrice entraîne et qui fait un tour en même temps qu'elle. Avant tout mouvement de la roue, la came est au-dessous de l'une des branches d'un levier déclencheur et les balais appuient à ce moment sur une touche quelconque, que j'appellerai la première touche. Une étincelle éclatant à un instant quelconque, le radioconducteur est impressionné, le relais exécute sa fermeture et la touche achève de fermer le circuit de travail. Par le jeu de l'armature d'un électro-aimant qui fait partie du circuit de travail, le moteur est mis en marche et entraîne la roue. Aussitôt que la roue se met à tourner, le circuit de travail est ouvert, car les balais glissent sur le contour isolant de la roue. Si, au moment où la seconde touche vient à passer sous les balais, une nouvelle étincelle n'éclate pas, une goupille arrête la roue ainsi que le moteur et, par un mécanisme que fait fonctionner un circuit électrique spécial, sans qu'on ait à intervenir, la came, qui a fait un cinquième de tour, est brusquement ramenée au-dessous de la branche de levier déclencheur, comme avant sa mise en marche. Tout est donc revenu dans un état semblable à l'état initial.

Quand une étincelle a lieu au moment du contact des balais avec la seconde touche, la roue continue sans arrêt sa rotation et la came effectue ainsi un nouveau cinquième de tour; s'il n'y a pas d'étincelle au moment du troisième contact, le moteur s'arrête et la came est également ramenée brusquement à son point de départ.. Au passage de la cinquième touche au-dessous des balais, les étincelles n'ayant pas fait défaut au passage des quatre premières, si une nouvelle étincelle éclate, la roue continue à tourner ainsi que la came. Après avoir achevé son tour, la came est arrivée au-dessus de la branche du levier déclencheur, au lieu d'être au-dessous comme au début; en appuyant, elle la fait basculer; cela détermine un déclenchement qui fait exécuter l'opération. La came est, après cela, ramenée automatiquement à son point de départ, par le même mécanisme que dans les retours antérieurs. La roue s'est arrêtée dans une position où les balais appuient sur une touche et elle s'y maintient si aucune nouvelle étincelle n'éclate. Tout est prêt pour recommencer.

Explication de la préservation. — Pour que le déclenchement qui détermine l'opération considérée ait lieu par un groupe d'étincelles accidentelles, on voit qu'il faut qu'il y ait une de ces étincelles qui éclate d'une façon précise à chacune des cinq fermetures consécutives qu'un tour entier de la roue établit dans le circuit de travail par le contact des touches et des balais. Dans les circonstances habituelles, cela est infiniment peu probable.

Supposons, en effet, une roue de 10 cm de circonférence faisant un tour en 20 secondes et attribuons à chacune des touches une largeur de 1 mm, il faudra que le groupe des étincelles accidentelles comprenne 5 étincelles qui éclatent dans 5 intervalles spéciaux, très courts, puisqu'ils ont chacun une durée de un trentième de seconde. Dans les essais de perturbation que j'ai tentés, ces 5 coïncidences ne se sont pas présentées. D'ailleurs, suivant les conditions des perturbations

du voisinage dans la localité où l'on se trouve, on augmentera ou l'on diminuera la durée d'un tour et l'on fera varier au besoin le nombre des touches.

Usage de l'appareil de sécurité. — Cet appareil peut être adapté à tout dispositif d'opération en plaçant dans le circuit de travail l'électro-aimant qui préside à l'entraînement de la roue interruptrice. En particulier, si l'on fait usage de l'axe distributeur que j'ai décrit antérieurement (1), on effectue chacune des opérations successives, dans l'intervalle de temps où le télégraphe automatique prévient qu'elle peut avoir lieu, en lancant du poste de transmission, avec un exploseur rapide, un jet ininterrompu d'étincelles très serrées. La durée totale du jet d'étincelles est ici voisine de 20 secondes pour chaque opération; elle doit dépasser un peu 16 secondes et rester au-dessous de 36 secondes. On est ainsi en mesure de réaliser avec sécurité des opérations sur lesquelles les étincelles accidentelles n'ont pas pu agir.

L'emploi de l'interrupteur que je viens de décrire exige, comme on l'a vu, un certain temps; ce temps pourra être notablement réduit par une construction soignée, toutefois il ne s'applique pas à des opérations qui ont besoin d'être instantanées.

L'exécution de l'appareil dont j'ai exposé le principe présentait de nombreuses difficultés de détail; le premier modèle a été construit avec beaucoup d'habileté par M. Chellier, ingénieur électricien.

Edouard Branly.

ETABLISSEMENT
ENTRE UN POSTE TRANSMETTEUR ET UN DES POSTES RÉCEPTEURS
D'UNE INSTALLATION DE TÉLÉMÉCANIQUE
SANS FIL
D'UNE CORRESPONDANCE EXCLUSIVE INDÉPENDANTE DE LA SYNTONISATION (1)

Dans une commande à distance par étincelles, il parait difficile d'être renseigné sur les instants où les étincelles doivent être lancées du poste transmetteur, si le poste récepteur est hors de vue.

L'axe distributeur et le télégraphe automatique dont j'ai muni l'an dernier un poste récepteur (2) font passer devant les yeux de l'opérateur du poste transmetteur les intervalles pendant lesquels les étincelles peuvent commander tel ou tel effet.

(1) *Comptes rendus*, 20 mars 1905.

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, le 5 novembre 1906.

(2) *Comptes rendus*, séance du 20 mars 1906.

Un nouvel élément de concordance est susceptible d'être ajouté par la roue interruptrice que j'ai introduite récemment (1) dans le circuit de travail. Pour cet objet, j'ai modifié légèrement la première construction de cette roue.

Modification de la roue interruptrice. — Dans l'appareil primitif, la roue et la came se séparaient au moment du retour de la came; le changement apporté consiste à maintenir solidaires à tout moment la roue et la came. La roue accompagne donc la came lorsque celle-ci revient brusquement au-dessous du levier de déclenchement, soit après un tour entier et un effet produit, soit après une fraction de tour, à l'occasion d'étincelles fortuites. La *première* touche, sur laquelle appuient les balais avant l'entraînement de la roue et de la came par le moteur est alors une touche particulière et le rôle de cette touche n'est plus joué par une touche quelconque.

L'appareil modifié se comporte encore à la fois comme dispositif de sécurité et comme intermédiaire d'opération; mais, en outre, le retour de la roue elle-même et l'addition d'un nouvel organe au poste transmetteur donnent le moyen de choisir, parmi les postes récepteurs compris dans la zone d'action du poste transmetteur, celui sur lequel on veut agir.

Roue témoin au poste transmetteur. — Pour faire ce choix, le moteur qui entraîne une roue interruptrice R_1 doit être assez régulier pour qu'un tour de la roue ait lieu dans un temps à peu près fixe, par exemple à une seconde près sur 20. De plus, on place au poste transmetteur une roue spéciale R_2 qui est mise en marche par un moteur lors de la fermeture du circuit d'un électro-aimant, comme dans les appareils qui portent les roues R_1; comme une roue R_1 encore, la roue R_2 s'arrête après un tour par le jeu d'une goupille. La roue R_2 n'a ni touches, ni balais, ni came, ni mécanisme de retour. Son moteur est réglé pour que la vitesse de rotation soit, au moins au degré d'approximation indiquée, la même pour les roues R_1 et R_2.

Au moment où l'opérateur abaisse le manipulateur qui sert à lancer les étincelles d'action, la roue R_2 se met à tourner, car le circuit de son électro-aimant se ferme; une première étincelle qui suit immédiatement met en marche au poste récepteur la roue R_1; les deux roues R_1 et R_2 partent ainsi ensemble et font un tour dans le même temps. On peut remarquer que, si des rayons de même orientation ont été tracés sur chacune des roues R_1 et R_2 au repos, les directions de ces rayons se maintiennent parallèles sur les deux roues pendant un tour. La roue R_2 peut alors servir de *témoin* et faire connaitre à l'opérateur les positions successives de la roue R_1, malgré son éloignement. Assurément, pour un certain nombre de tours consécutifs, la coïncidence des orienta-

(1) Voir le texte de cette note, page 363 du présent numéro.

tions cesserait assez vite, à cause de la difficulté d'égaliser les vitesses des deux roues avec une rigueur suffisante, mais la coïncidence pour un tour en partant du repos est facile,

Roues interruptrices aux postes récepteurs. — Un interrupteur à roue R_1 est introduit dans le circuit de travail de chacun des postes récepteurs. Chacune des roues R_1 est entrainée par un moteur qui imprime à toutes la vitesse de la roue R_2.

Les roues R_1 que je désignerai par R_1, R'_1, R''_1, diffèrent par la distribution des touches sur leur pourtour. Considérons-en deux seulement pour simplifier. Sur le premier quadrant qui commence à la touche de départ ou première touche, la roue R_1 offrira par exemple 6 touches en comprenant la première, elle n'en aura pas sur les autres quadrants. La roue R'_1 n'aura pas de touches sur le premier quadrant à la suite de sa première, elle en aura 3 sur la première moitié du deuxième quadrant et 3 sur la première moitié du quatrième quadrant Il est avantageux de rappeler ces distributions à l'opérateur en figurant les touches de R_1 en vert sur le premier quadrant de R_2 et les touches de R'_1 en rouge sur le deuxième et le quatrième quadrants de R_2.

Fonctionnement au poste transmetteur. — On abaisse un instant le manipulateur, la roue R_2 se met à tourner et, en même temps, par la première étincelle, les roues R_1 et R'_1. On relève aussitôt le manipulateur, R_2 continue à tourner, car le mouvement de son moteur ne dépend pas des étincelles; R'_1 poursuit son tour pendant le passage du premier cadrant, puisque R'_1 n'a pas de touches sur ce quadrant; quant à la roue R_1, elle est revenue avec sa came au point de départ.

Au commencement du passage du deuxième quadrant, on abaisse de nouveau le manipulateur et on lance un *flux* d'étincelles très serrées pendant la première moitié de ce quadrant, cela fait que R'_1 continue à tourner. Après être parti de nouveau, R_1 s'arrête bientôt. Pour faire achever la rotation de R'_1, il suffit d'un flux d'étincelles au passage de la première moitié du quatrième quadrant. Le poste auquel appartient la roue R'_1 a été mis ainsi en mesure de réaliser ses effets.

Pour faire tourner R_1 seul, à l'exclusion de R'_1, on lance un flux continu pendant le passage du premier quadrant, cela suffit pour la rotation entière de R_1. Quant à la roue R'_1, elle est ramenée à son point de départ au début du deuxième quadrant. Le poste dont dépend R_1 entre ainsi à son tour en activité.

Les divers effets du poste auquel on s'est adressé sont continués en répétant avec le manipulateur les flux spéciaux qui se rapportent à R'_1 ou R_1, dans les intervalles que le télégraphe automatique du même poste fait inscrire sous les yeux de l'opérateur.

On comprend que des combinaisons dans la distribution des touches sur les roues R_1 des postes récepteurs permettent de faire tourner à volonté une seule d'entre elles et de mettre en action le poste dont elle dépend.

Si l'on a donné aux axes distributeurs des postes récepteurs des vitesses connues, on reconnait, sur le papier à dépêches de l'inscripteur Morse du poste transmetteur, celui des postes récepteurs qui a obéi, par la vitesse avec laquelle se succèdent les intervalles du télégraphe automatique correspondant.

L'usage des roues interruptrices et de la roue témoin n'est pas subordonné à l'emploi d'un axe distributeur, il s'applique à tout autre mode opératoire, car il suffit qu'une roue interruptrice soit intercalée dans chacun des circuits de travail des postes récepteurs.

La méthode qui vient d'être décrite supplée a la syntonisation et elle remédie aux imperfections de la syntonisation quand celle-ci n'est qu'à peu près réalisée.

Edouard Branly.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 novembre 1906

M. J. Violle présente une note de M. P. Villard *sur certains rayons cathodiques* dans laquelle il rend compte de ses expériences qui mettent en évidence les deux faits suivants :

1° Une cathode en activité émet des rayons qui transportent des charges positives;

2° Dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène (ou de vapeur d'eau), les corpuscules cathodiques provoquent de préférence la luminescence de l'oxygène, les particules positives n'illuminent au contraire que l'hydrogène. Cette dernière particularité n'est évidemment pas sans intérêt pour l'explication de la luminescence des gaz traversés par des particules électrisées.

M. de Lapparent présente une note de M. Edouard Branly intitulée : Etablissement, entre un poste transmetteur et un des postes récepteurs d'une installation de télémécanique sans fil, d'une correspondance exclusive, indépendante de la syntonisation (1).

M. Gaston Bonnier présente une note de M. Pierre Lesage sur les *actions indirectes de l'électricité sur la germination.*

Séance du 12 novembre 1906

M. J. Violle présente une note de MM. A. Perot et Laporte *sur la valeur relative des étalons lumineux Carcel, Hefner et Vernon Harcourt.*

(1) Voir le texte de cette note, page 365 du présent numéro.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE (1)

Accumulateurs.

369 172. — Mlle Lehommois. — Séparateur d'électrodes d'accumulateurs (23 août 1906).

Applications diverses.

369 095. — Regal Harazim et Karazej. — Reproduction électromagnétique par tissage en couleurs naturelles sans carton (30 avril 1906).

369 150. — Kæferle. — Thermorégulateur actionné par électromagnétisme (22 août 1906).

Canalisations.

369 128. — Scheibler. — Outil pour examiner les conduites électriques (16 août 1906).

369 195. — Federal Electric Cy. — Douilles isolantes pour fils électriques (24 août 1906).

Divers

369 268. — Lacy. — Construction des électro-aimants (27 août 1906).

Eclairage et lampes.

369 280. — Frénot. — Eclairage électrique à basses tensions (28 août 1906).

361 888. — Capitaine. — Lampe électrique à arc (4 novembre 1905).

369 233. — Lux. — Fabrication de filaments incandescents de tungstène ou molybdène (25 août 1906).

369 275. — Cartier. — Lampe électrique à incandescence (27 août 1906).

369 276. — Farkas. — Lampe à arc (27 août 1906).

369 277. — Lux. — Filaments incandescents métalliques (27 août 1906).

Electrochimie et électrométallurgie.

369 251. — David. — Traitement des pyrites de fer (27 août 1906).

Electrothermie.

369 267. — Frick. — Perfectionnements aux fours électriques à transformateurs (27 août 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

369 226. — De Loma. — Magnéto d'allumage (18 août 1906).

369 119. — Société alsacienne de constructions mécaniques. — Construction des inducteurs tournants (4 août 1906).

369 160. — Mackie. — Perfectionnements aux machines dynamos et moteurs électriques (23 août 1906).

369 256. — Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Utilisation des courants d'égalisation entre balais de même nom des machines à courant alternatif (27 août 1906).

Moteurs.

369 237. — Mendelson. — Moteur électrique (25 août 1906).

Téléphonie.

369 106. — Lorenz. — Appareil téléphonique avec appel accordé (12 juillet 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie H. Dunod et E. Pinat.

BIBLIOGRAPHIE

Was sind und wie entstehen Erfindungen? Eine entwicklungstheoretische Studie (*Que sont les inventions? Comment naissent-elles? Etude théorique de l'évolution*), par Joseph Löwy, ingénieur. Une broch. format 230 × 160 mm, de 18 pages. Prix : 1,20 couronne. (Vienne et Leipzig, A. Hartleben, éditeur, 1906.)

Dans un cadre restreint, la brochure ci-dessus traite une question de haute philosophie. En effet, l'auteur s'attache à démontrer que les lois de l'évolution, établies par Darwin, ne s'appliquent pas seulement au monde purement physique et organique, mais que l'activité créatrice, l' « invention », ainsi que toute autre manifestation de l'esprit humain, est également soumise aux mêmes lois. D'après M. Löwy, le travail créateur de l'homme commence sciemment par une copie de la nature; il continue cette copie inconsciemment. Travaillant « sciemment », la nature arrive, dans la solution de problèmes identiques, à des mécanismes identiques à ceux de la nature agissant sciemment : on peut citer comme exemple la ressemblance entre la construction de l'œil et celle de la chambre noire. L'invention est une manifestation des forces naturelles, et l'inventeur un instrument aveugle de la nature : ce n'est pas l'inventeur qui invente, c'est la nature qui invente en lui. Les créations dues à la science ne sont que des produits d'adaptation de notre être à la nature, des instruments auxiliaires dans la lutte pour la vie, tout comme nos organes naturels. Là où le développement organique prend fin, il est continué par le développement technique qui obéit aux mêmes lois.

Après avoir ainsi exposé la corrélation qu'il considère comme existante entre l'évolution organique et l'évolution technique, M. Löwy envisage les questions diverses qui prennent naissance dans le domaine de l'invention. Il montre comment, dans l'appréciation d'une invention et des mérites d'un inventeur, on doit envisager la marche de l'évolution et le degré de cette évolution réalisé par l'inventeur. Il analyse ensuite l'activité du génie et montre combien le sort d'une invention dépend du savoir et de la faculté d'adaptation des contemporains.

L'auteur termine sa curieuse étude par un chaleureux plaidoyer en faveur d'une vulgarisation, aussi étendue que possible, des sciences naturelles.

CHRONIQUE

L'éclairage électrique de Valencia (Espagne).

Suivant l'*Elektrotechnische Anzeiger*, une société suisse, propriétaire de trois chutes d'eau sur le fleuve Mijares, a récemment offert à la ville de Valencia (Espagne), de transformer le service public actuel d'éclairage au gaz en un service électrique qui alimentera un nombre de lampes double de celui présentement existant, et cela sans grever davantage le budget municipal. L'arrangement intervenu à la suite de cette offre présente certaines clauses que notre confrère

signale à l'attention des municipalités allemandes. Le capital de la nouvelle entreprise d'éclairage est fixé à 11 millions de francs, divisés comme il suit : 2 500 000 fr d'actions de premier rang, 2 500 000 fr d'actions de deuxième rang et 6 millions de francs d'obligations remboursables, productives d'un intérêt annuel de 6 0/0. La municipalité doit prendre pour elle les 2 500 000 fr d'actions du second rang, dites « actions municipales ». Elle pourra ainsi agir directement sur la conduite et la gestion de l'entreprise, et cela d'autant mieux qu'elle se trouve représentée dans le conseil d'administration. Elle se réserve le droit de reprendre à son compte. en tout temps, l'exploitation, moyennant achat d'un nombre donné d'actions de premier rang. En outre du doublement du nombre actuel des lampes affectées à l'éclairage public, la nouvelle entreprise offre d'autres avantages appréciables, tels que : réduction, dans la mesure de 40 0/0, du prix actuel du gaz; abaissement du tarif d'éclairage en faveur des gros consommateurs; vente à bon compte du courant destiné à l'industrie. — G.

-oo-

L'électricité à Paris.

Sur l'initiative de M. Félix Roussel, président de la 1re Commission, le Conseil municipal a voté un crédit de 2500 francs pour frais d'une mission destinée à étudier la question du transport de l'énergie hydro-électrique.

La délégation composée de MM Félix Roussel, Dausset, Evain et de M. Lauriol, ingénieur, à laquelle s'étaient adjoints MM. L. Mahl, Blondel et Harlé, promoteurs du projet de transport des forces motrices du Rhône, a visité les installations hydro-électriques de Lausanne et de Genève. Elle a assisté dans cette dernière ville aux expériences de M. Thury sur la résistance, l'isolement et la protection des conducteurs électriques pour le transport du courant continu aux grandes distances sous des tensions voisines de 100 000 volts.

Elle a ensuite étudié sur place le projet présenté à la ville de Paris en vue de l'adduction des forces du Rhône captées sur le cours du fleuve après son entrée en France, non loin de Bellegarde. Elle a terminé enfin son exploration par la visite des usines hydro-électriques de Lyon.

Les constatations recueillies au cours de ce rapide voyage ont présenté un très grand intérêt; et les membres de la légation sont d'avis qu'elles appellent d'urgence une étude technique plus approfondie, dans le sens d'un examen minutieux du plan d'exécution exposé dans l'avant projet. Si les résultats de cette étude sont favorables, et nous en sommes certains, étant données la valeur et la probité scientifique des promoteurs, l'utilisation de la houille blanche devrait intervenir comme un facteur important dans le problème du régime futur de l'électricité.

-oo-

L'outillage électrique de Buenos-Aires.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* rapporte, d'après une communication que lui a adressée la maison Brown, Boveri et Cie de Mannheim, que cette entreprise a fourni à la municipalité de Buenos-Aires, dans les premiers jours d'octobre 1906, par l'entremise de la Société interocéanique allemande d'électricité, 5 turbo-générateurs du système Brown, Boveri-Parsons, chacun d'une puissance de 11 250 ch, puissance qui peut être portée, deux heures durant, à 13 500 ch. Quatre des turbines sont accouplées chacune à un alternateur produisant, à la vitesse angulaire de 750 tours par minute, 7 500 ou 9 000 kw sous 125 volts et à la fréquence de 25 périodes par seconde. Chacun de ces groupes comporte une machine excitatrice correspondante. La cinquième turbine est accouplée non seulement à une génératrice de la puissance sus-indiquée, mais encore à une seconde génératrice d'une puissance de 7 500 à 9 000 kw à la fréquence de 50 périodes par seconde. Ce dernier groupe, avec le condenseur à surface correspondant, présente un poids de 376 000 kg; il a coûté, y compris les frais de transport et de montage, environ 1 million de francs. Les cinq turbo-générateurs ne constituent qu'une partie de l'outillage projeté; on se propose en effet de donner à l'usine centrale municipale, dans le cours de ces prochaines années, une puissance totale s'élevant jusqu'à 150 000 ch. — G.

-oo-

Une Exposition universelle d'appareils électriques à Montréal en 1907.

Une Exposition universelle d'appareils électriques se tiendra à Montréal, au cours de l'automne, l'an prochain.

Cette Exposition comprendra des appareils électriques de tous genres : dynamos, moteurs, lampes, commutateurs, accumulateurs, enfin toutes les variétés d'appareils connus. Elle sera ouverte à tous les pays du globe.

Le but poursuivi est de travailler à l'avancement de la science et de l'industrie électrique en permettant aux électriciens du monde de se rendre un compte exact de l'état actuel de l'une et de l'autre.

Les organisateurs de cette Exposition ont délégué le comité suivant qui sera chargé de tous les détails de l'organisation :

Président : M. Walbank, vice-président de la Montréal, Light Heat and power.

Secrétaire *Pro Tempore* : M. Pilcher, de la Canadian General Electric Company.

Directeurs ? MM. Milne, de la Allis Chalmers Bullock Co; R.-S. Kelsch, de Pringle et Co; E.-D. Sayer, de Pringle et Co; J. Smith, de Pringle et Co; H.-D. Baigne, de la Westinghouse Co; J. Dawson, de Dawson et Co; Olney, de la Philips Insulated Wire Co; W.-J. O'Leary, de W.-J. O'Leary et Co.

A la prochaine session, la Compagnie d'Exposition demandera son incorporation au Parlement.

L'Exposition aura lieu en septembre ou octobre 1907. Des invitations vont être adressées sans retard par le bureau de direction à toutes les associations d'électriciens du monde entier.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

Paris. — J. De Soye et Fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 833 15 Décembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (Janvier-Juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

LES CONDENSATEURS INDUSTRIELS

ET LEURS APPLICATIONS

Dans une étude publiée en 1904 dans l'*Électricien* (1), nous avons exposé les recherches effectuées par M. Moscicki dans le but de réaliser des condensateurs industriels présentant toutes les garanties désirables de bon fonctionnement, même aux tensions les plus élevées.

Le problème de la construction de condensateurs électriques pour hautes tensions est des plus intéressants, parce que le champ des applications dont ils peuvent être l'objet n'est pas encore entièrement exploré et qu'il peut arriver un moment où leur emploi atteindra des proportions inattendues. Aussi, convient-il de noter soigneusement les progrès réalisés dans cette voie.

A l'exposition de Milan, qui vient de fermer ses portes, l'attention des électriciens a été appelée sur les nouveaux modèles de condensateurs Moscicki qui, depuis 1904, ont été l'objet de nombreux perfectionnements et, par suite, de nombreuses applications.

Nous nous proposons, dans cette note, de compléter les renseignements sommaires que nous avons publiés en 1904 et, en même temps, de donner quelques détails sur les applications déjà réalisées de ces condensateurs.

On sait que les défauts que présentent les condensateurs industriels en usage jusqu'à présent sont les suivants :

1° Trop faible résistance à la rupture du diélectrique;

2° Manque de contact intime du diélectrique et de l'armature dans toute leur surface;

3° Refroidissement insuffisant.

A ces défauts principaux vient s'ajouter la désagrégation rapide du diélectrique lorsqu'il est constitué par une substance organique, désagrégation qui entraîne la destruction rapide du condensateur.

M. Moscicki, au cours de ses recherches, a constaté dans les différents modèles de condensateurs étudiés, provenant de divers constructeurs, que la rupture du diélectrique se produisait presque toujours sur les bords. C'est ainsi qu'une lame de verre de 0,5 mm d'épaisseur peut supporter des tensions atteignant jusqu'à 67 000 volts, tandis que les parties voisines des bords de l'armature sont perforées lorsque la tension appliquée est de 11 700 volts environ.

(1) Voir l'*Electricien* 1904, t. XXVIII, p. 17 et 37.

Il a également constaté que la présence de tout corps étranger, interposé entre le diélectrique et les armatures, constituait un point faible susceptible d'amener la rupture de l'appareil. Ce fait montre qu'il est indispensable que les armatures et le diélectrique soient intimement superposés sur toute leur surface.

En vue de remédier à ces graves défauts, M. Moscicki a constitué les éléments de condensateurs de la manière suivante : le diélectrique employé est le verre, affectant la forme d'un tube T (fig. 1) et dont le col C, renforcé, a une épaisseur de trois à quatre fois plus grande que celle du tube même.

Dans ces conditions, le bord de l'armature

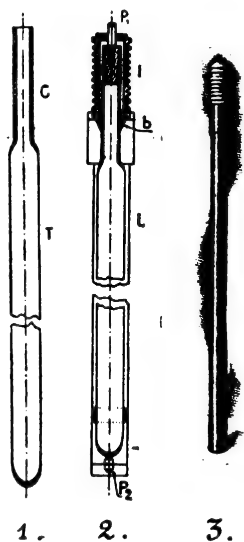


Fig. 1, 2 et 3.

extérieure, c'est-à-dire la partie la plus sujette à provoquer la rupture du diélectrique, se trouve précisément à l'endroit où ce dernier est renforcé; d'autre part, la capacité de l'appareil est déterminée par l'épaisseur de la paroi mince. On a ainsi évité le premier des défauts signalés, c'est-à-dire l'insuffisance de la résistance à la rupture du diélectrique sans, pour cela, diminuer la capacité de l'élément.

Quant au défaut d'adhérence des armatures avec le diélectrique, le procédé de construction utilisé, consistant à recouvrir, par un procédé chimique, l'intérieur et l'extérieur du tube d'une couche d'argent extrêmement mince, renforcée par un dépôt électrolytique ultérieur de cuivre beaucoup plus épais, lui donnant la solidité nécessaire, assure une adhérence parfaite.

Chaque tube ainsi constitué est muni d'un contact supérieur P_1 (fig. 2), relié à l'armature

intérieure, et d'un contact P_2 relié à l'armature extérieure. Le col du tube est scellé dans un isolateur en porcelaine I, de forme spéciale, qui assure un excellent isolement entre les deux armatures et permet de fixer le contact supérieur. Le tout est ensuite logé dans un tube en laiton ou en tôle L, fermé hermétiquement au moyen d'un bouchon conique en caoutchouc *b*. L'isolateur en porcelaine est muni à sa partie inférieure d'un emmanchement à baïonnette et vient presser sur le bouchon en caoutchouc. Le contact P_2 de l'armature extérieure est mis en communication avec le tube métallique servant d'enveloppe.

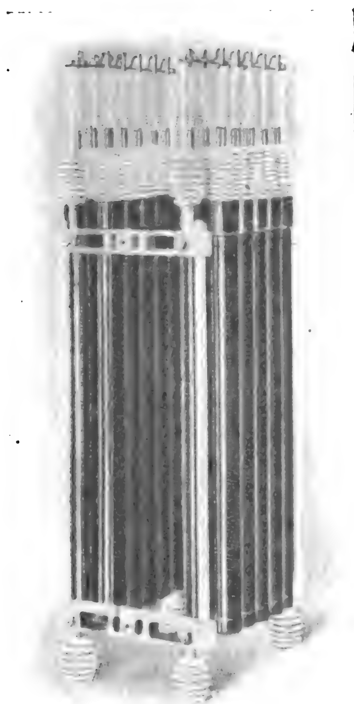


Fig. 4.

Pour éviter le troisième défaut signalé, c'est-à-dire le refroidissement insuffisant, la partie annulaire, comprise entre le tube de verre et le tube métallique, est remplie d'un mélange incongelable d'eau distillée et de glycérine. Ce liquide, répartissant la chaleur dans toute la masse, empêche tout échauffement local qui aurait pour résultat d'amener la rupture de l'élément. De plus, afin d'augmenter le rayonnement de la partie extérieure du tube métallique, cette dernière, au lieu d'être polie est, noircie.

On voit que rien n'a été négligé pour rendre ces éléments de condensateurs aussi robustes que possible, car le tube en verre est réuni à son enveloppe protectrice de métal, seule apparente, par l'intermédiaire d'un corps élastique, le bouchon de caoutchouc.

La figure 3 représente un élément complet et la figure 4 une batterie constituée avec un certain nombre de ces éléments.

Les éléments qui viennent d'être décrits sont établis pour être utilisés normalement sous des tensions de 10 000 et de 15 000 volts. En cours de fabrication, ils sont essayés à 27 000 volts et, après montage, à 40 000 volts. Tous ceux qui, au cours des essais, présentent le moindre échauffement, sont immédiatement mis de côté.

Lorsque les condensateurs doivent supporter des tensions supérieures à 15 000 volts, on groupe les éléments en série. On a ainsi établi des batteries fonctionnant sous 100 000 volts. Dans ce cas, chaque élément de la batterie est muni d'un fusible qui l'isole en cas d'accident, tout en laissant les autres éléments en fonctionnement.

*
* *

Protection des canalisations électriques. — L'extension considérable des canalisations à haute tension pour la distribution électrique de l'énergie a amené les électriciens à imaginer de nombreux dispositifs de protection, destinés à préserver les installations électriques des dommages produits par les surtensions accidentelles, que ces dernières soient dues à des phénomènes atmosphériques, soit qu'elles proviennent de perturbations dans le régime de marche des appareils du réseau.

Les effets produits par les phénomènes atmosphériques sont de deux sortes :

1° Les *phénomènes d'induction*, conséquence des décharges qui se produisent à proximité des lignes de transport d'énergie ; ces courants d'induction sont alternatifs et leur fréquence atteint 500 000 à 600 000 périodes par seconde ;

2° Les *charges statiques*, développées sur les lignes en présence de corps électrisés, charges qui doivent être écoulées à la terre sous forme de courant continu.

Dans ces conditions, pour qu'un parafoudre soit absolument efficace, il faudrait qu'il puisse établir une communication avec la terre presque sans résistance appréciable, permettant de laisser passer soit des courants à haute fréquence, soit du courant continu et cela, tout en offrant une résistance considérable au passage du courant normal circulant sur la ligne.

On sait qu'aucun des appareils de protection

d'usage courant ne réalise ces conditions, que ce soit des parafoudres à distance explosive ou des parafoudres à résistance liquide. L'expérience a montré qu'ils sont inefficaces dans la plupart des cas, soit parce que la rupture brusque de l'arc produit dans la ligne des oscillations dont la conséquence est parfois plus grave que celle de la décharge elle-même, soit parce que la résistance du parafoudre est trop considérable.

La solution du problème consiste à trouver un dispositif protégeant les canalisations aussi bien contre les courants d'induction à haute fréquence et les charges statiques, que contre les surtensions produites par les variations brusques de charge des génératrices ou par la manœuvre des interrupteurs.

Protection des canalisations contre les effets des courants d'induction à haute fréquence. — En ce qui concerne les courants d'induction à haute fréquence, provoqués par

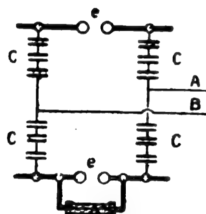


Fig. 5.

les phénomènes atmosphériques, il faut que l'appareil de protection permette à cette décharge de se rendre à la terre, tout en empêchant le passage du courant à basse fréquence produit par les alternateurs.

On sait que l'intensité du courant qui traverse un condensateur est proportionnelle non seulement à la différence de potentiel créée entre les deux armatures, mais encore à la fréquence du courant appliqué. Dans ces conditions, si l'on prend une batterie de condensateurs laissant écouler à la terre, sous la tension normale de la ligne et à la fréquence de 50 périodes par seconde, un courant de 0,1 ampère, cette batterie de condensateurs laissera passer un courant de 1000 ampères, si la fréquence atteint 500 000 périodes et cela sans que la tension prenne une valeur plus grande.

Les décharges atmosphériques ayant justement des fréquences de l'ordre de 500 000 périodes, la batterie de condensateurs peut assurer un écoulement à la terre de ces courants de grande intensité, sans que la tension du réseau dépasse sa valeur normale; elle constitue ainsi un parafoudre efficace.

Des expériences très simples permettent de démontrer qu'il y a tout avantage à établir des circuits de parafoudres ne présentant ni résistance, ni self-induction.

En réalisant le montage indiqué sur le schéma (fig. 5) dans lequel A et B sont les conducteurs amenant le courant d'un alternateur fournissant du courant à haute tension, à la fréquence de 50 périodes; C, C, C, C des batteries de condensateurs; *e* et *e* les boules d'éclateurs, il est possible de régler les capacités de telle sorte que l'on puisse obtenir dans le circuit, constitué par les quatre batteries et les deux éclateurs, des courants de résonance dont la fréquence atteint de 500 000 à 600 000 pé-

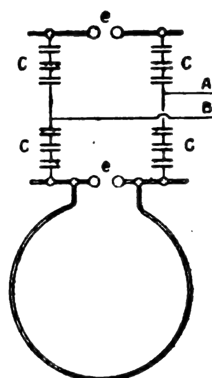


Fig. 6.

riodes par seconde, c'est-à-dire de fréquence très élevée.

Si l'on place ensuite en dérivation sur l'un des éclateurs une résistance de 7 ohms, formée d'un fil d'argent enfermé dans un tube plein d'eau et que l'on produise des résonances dans le circuit, on constate que des étincelles éclatent entre les boules lorsque celles-ci sont écartées l'une de l'autre d'une quantité telle que la distance explosive corresponde à une tension de 14 000 volts, tension qui a la même valeur aux bornes de la résistance en fil d'argent. Il s'ensuit que cette résistance est parcourue par un courant ayant une intensité d'environ 2000 ampères au moment du maximum, maximum qui ne se produit d'ailleurs que pendant un temps excessivement court.

Si on réunit les deux boules de l'éclateur par une seule spire de fil de cuivre de 1,2 mm de diamètre (fig. 6), on obtient, comme dans le cas précédent, entre les boules de l'éclateur, des étincelles de 10 cm de longueur.

Ces expériences prouvent que les effets des

courants de haute fréquence diffèrent de ceux que l'on obtient avec des courants de fréquence ordinaire.

Dans les deux essais qui viennent d'être mentionnés, on aurait pu supposer qu'en réunissant les deux boules de l'éclateur par une résistance ou par une self-induction d'aussi faible valeur, on aurait établi entre elles un court circuit à peu près franc. Or, on constate qu'une différence de potentiel de plusieurs milliers de volts peut subsister soit aux bornes d'une résistance de 7 ohms, soit aux extrémités d'une seule spire de fil de cuivre.

En réunissant les deux boules de l'éclateur par une batterie de condensateurs, on ne peut plus obtenir d'étincelles, ce qui montre bien que le courant traverse cette batterie sans rencontrer de résistance appréciable.

Donc en plaçant une batterie de condensateurs dans une station génératrice ou dans une sous-station, on établit ainsi une mise à la terre permanente pour les courants de haute fréquence et ce dispositif n'entraîne pour la station génératrice qu'une très faible perte de courant déwatté.

Grâce à l'emploi de ces condensateurs, on évite complètement dans la ligne la production de surtensions et de ruptures d'équilibre, qui donnent lieu, dans toute l'installation, à des oscillations dangereuses, effets que l'emploi de parafoudres à distance explosive ne peut empêcher.

Le même système de protection s'applique de manière identique à toutes les installations à courant continu en série.

DE KERMOND.

(*A suivre.*)

L'ÉLECTRICITÉ
DANS LES MINES DE MEXICO

Les mines des environs de Mexico figurent certainement parmi les plus riches du monde et leur production en cuivre, en argent et en or, surpasse en abondance la plupart des autres exploitations analogues, car l'année dernière cette production s'est élevée à 70 200 000 dollars.

Après avoir d'abord récolté les richesses que le sol offrait à sa surface, on fut ensuite obligé de recourir à des procédés moins commodes et de forer des puits d'extraction qui s'enfoncent de plus en plus profondément; mais les filons sont abondants et de toutes parts les mineurs en rencontrent sous leur pic qui procureront encore aux actionnaires de respectables dividendes.

Primitivement et depuis longtemps exploitées par des machines d'extraction, des pompes d'épuisement et des bocards à vapeur, plusieurs mines de Mexico ont récemment changé leur outillage et ont adopté l'électricité comme réalisant des économies considérables sans compter les avantages bien connus qu'elle procure. Dans plusieurs longs articles publiés par *Engineering Magazine* de New-York, M. Charles Allen, ingénieur des mines, s'est appliqué à décrire les installations les plus importantes du Mexique et à faire ressortir les transformations et les résultats heureux que l'énergie électrique a procurés. Pour ne parler d'abord que d'une application et d'un exemple, il cite des pompes d'épuisement qui, actionnées électriquement, ont permis à elles seules de réaliser 6000 dollars d'économies par an, non compris les intérêts du capital et l'amortissement.

Les difficultés de montage et de transport n'arrêtent pas, nous le savons, les ingénieurs américains et, bien que la plupart de ces mines soient naturellement éparses dans des régions montagneuses élevées, les lignes de chemin de fer, les transmissions électriques d'énergie ne leur font pas défaut et leur permettent de réaliser de merveilleuses installations.

Nous extrayons de l'intéressant travail de M. Allen quelques renseignements relatifs, par exemple, aux mines d'El Oro, l'une des plus considérables exploitations de la région. Ces mines situées dans l'état de Mexico, à environ 100 milles au nord-ouest de la capitale, se trouvent à 3000 m d'altitude : elles sont desservies par un embranchement de la voie ferrée principale qui se détache à Tultenango à 6 milles de là. Les différentes veines métalliques, or et argent, se trouvent maintenant à des profondeurs variant entre 75 m, 150 et 200 m. Les puits principaux sont ceux de San Rafael, de Carmen et de la Somera; ce dernier n'étant pas horizontal, mais suivant un plan incliné, mesure 450 m de profondeur.

Ce fut à cause du prix élevé du charbon (55 fr la tonne) que la compagnie des mines d'El Oro se décida à adopter l'énergie électrique; elle passa donc un contrat d'abonnement pour 10 000 ch avec la compagnie mexicaine d'éclairage et de force motrice. Cette dernière prolongea sa ligne de transmission qui desservait déjà Mexico et Nexaca jusqu'à El Oro, soit sur

une distance de 90 milles (145 km) de manière à pouvoir alimenter les mines.

La source de cette énergie se trouve située à 170 milles d'El Oro (275 km), tout près de Nexaca, dans l'Etat de Puebla. Les turbines de la station fonctionnent sous une chute de 390 m d'eau que fournit la rivière Tenango et celle de Nexaca; elles ont une puissance de 8200 ch chacune et au nombre de 6 sont directement accouplées à des alternateurs triphasés de 5000 kw qui produisent du courant à 50 périodes sous 4000 volts. Cette tension initiale est élevée à 60 000 volts pour la transmission sur les lignes aériennes qui comprennent quatre circuits, soit douze conducteurs de 10 mm de diamètre; deux lignes de pylones d'acier, à deux circuits par ligne, transmettent cette énergie à Mexico et, de là, l'une d'elles continue jusqu'à El Oro où une sous-station comprenant sept transformateurs de 1800 kw, ramène la tension de 60 000 à 3000 volts pour les circuits d'utilisation qui vont à 8 km de là alimenter les machines.

Tous les moteurs employés à la commande des machines sont à courants alternatifs triphasés, du type à induction pour ceux de 200 ch et au-dessous et du type synchrone à 3000 volts au dessus de 200 ch.

Le minerai recueilli dans les galeries est élevé au moyen de bennes et d'un treuil actionné par un groupe moteur générateur : ce groupe comprend un moteur de 200 ch à courant alternatif, recevant le courant de la ligne de transmission et actionnant une génératrice à courant continu sous 250 volts, alimentant le moteur directement accouplé à l'arbre du treuil. Ces machines élévatrices, installées à chaque puits d'extraction, débitent en moyenne 2,7 tonnes de minerai à une vitesse de 270 m à la minute. Le minerai se trouve alors automatiquement déversé dans deux grands concasseurs à mouvement giratoire, commandés par courroie à l'aide d'un moteur de 100 ch. De là il est envoyé aux bocards par l'intermédiaire de convoyeurs à courroies actionnés par des moteurs de 10 à 15 ch; ces convoyeurs courent le long de galeries couvertes et distribuent ainsi le minerai automatiquement aux diverses batteries de bocards installés dans des salles distinctes. Ces bocards, qui, comme on le sait, sont employés dans toutes les mines métallurgiques pour broyer et écraser le minerai, sont rangés en batteries et se composent chacune d'une tige verticale munie à sa partie inférieure d'une masse pesante et sur un des côtés d'une came en saillie. Un arbre horizontal, animé d'un mouvement de rotation, court tout le long des batteries et porte sur sa périphérie des cames correspondant à celles de chaque tige verticale; ces dernières sont donc soulevées à chaque révolution de l'arbre et retombent de tout leur poids dans un bassin rempli d'eau et du minerai qu'elles écrasent; les bocards peuvent être groupés par séries et comprendre ainsi plusieurs tiges qui frappent dans un même bassin.

Dans l'installation de la compagnie El Oro, les batteries se composent de 100 bocards; chaque masse des tiges pèse 450 kg, se soulève de 15 cm et frappe environ 100 coups à la minute. L'arbre horizontal est entraîné par câble au moyen d'un moteur synchrone de 350 ch à une vitesse angulaire de 187 tours par minute et actionnant ainsi les pilons groupés par série de 10; le débit de ces bocards est de 4,7 tonnes en 24 heures par pilon. Si nous suivons maintenant les opérations nécessaires à l'épuisement total des minerais, nous voyons qu'après le concassage et le bocardage, les résidus sont soumis à l'amalgamation et à la cyanuration. En effet, déjà le minerai bocardé et pulvérisé en sable fin dans les bassins des bocards en présence de mercure et d'eau a cédé une grande partie de son or à ce mercure; la proportion d'or peut avoir été de 50 à 70 0/0. Puis la pulpe aurifère s'est encore appauvrie de 15 à 20 0/0 en passant sur de grandes plaques amalgamées. C'est maintenant à la cyanuration de dissoudre l'or de cette pulpe. Les arbres qui actionnent des agitateurs de bois dans les immenses cuves de cyanuration sont actionnés aux mines d'El Oro par un moteur de 260 ch. Enfin les pompes centrifuges, commandées par des moteurs dont la puissance varie de 40 à 130 ch, épuisent les cuves de cyanuration pour soumettre les *tailings* à la concentration et à la chloruration; on peut dire qu'il ne reste plus d'or dans les minerais qui ont subi successivement ces divers traitements.

On voit, par ces quelques renseignements sommaires, l'importance des installations électriques de la Compagnie El Oro, et cependant nous n'avons parlé ni des puissants ventilateurs électriques qui sont placés dans les diverses galeries; ni des nombreuses pompes d'épuisement fonctionnant toutes par l'intermédiaire de moteurs électriques; ni des locomotives électriques à trolley de 25 à 50 tonnes qui transportent le minerai jusqu'aux cages d'extraction, ni des compresseurs d'air, actionnés électrique-

ment pour la commande des perforatrices; ni de l'éclairage, ni du réseau de signaux de toutes espèces qui desservent les ateliers et les galeries. Tous ces divers services s'alimentent, grâce à la même ligne de transmission d'énergie, par courants triphasés qui sont transformés par groupes moteurs générateurs de puissance et de régime appropriés selon les besoins.

Depuis que l'énergie électrique a remplacé la vapeur dans toutes ces commandes mécaniques, c'est-à-dire depuis quelques mois à peine, l'aspect des usines a bien changé. Le contraste est grand et tout entier favorable à la commande électrique. Quant aux dépenses d'extraction qui étaient de 6 dollars par tonne en janvier, elles ont été réduites à 5 dollars dès le mois de février, époque de la substitution, ce qui a donné pour ce mois seulement une économie totale de 20 000 dollars sur les dépenses antérieures.

Georges Dary.

LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS

Le 5 novembre dernier, M. Sherard Cowper-Coles a présenté à la société des ingénieurs de Londres un travail sur les récents perfectionnements réalisés dans les batteries d'accumulateurs.

Il commence par faire remarquer combien sont relativement peu nombreuses les modifications apportées aux accumulateurs au plomb, bien que cette industrie soit d'une importance considérable. La production annuelle des batteries en Angleterre et en Allemagne représente près de 1 million de livres sterling. C'est pourquoi, si l'on pouvait réaliser quelques économies dans leur construction et dans leur durée, les progrès seraient très appréciés du monde industriel, sans compter les nouveaux champs d'application qui en résulteraient.

Le conférencier parle ensuite de l'élément fer-nickel et donne un diagramme de la décharge comparée à celle d'un élément au plomb; il examine aussi l'influence importante de la température sur les accumulateurs, puis parle des éléments d'allumage pour les moteurs à pétrole, de leurs avantages et désavantages sur les magnétos. Avec les accumulateurs, les dépenses sont surtout affectées à l'achat et à l'entretien et il est à remarquer que des piles primaires sont bien meilleur marché. Car le rendement est ici de peu d'importance.

M. Cowper-Coles mentionne ce fait que les constructeurs d'accumulateurs ne sont pas d'accord sur le point limite de la décharge. Il n'existe pas, pour ainsi dire, de méthode uniforme pour déterminer cette limite; quelques-uns spécifient une certaine tension pour une valeur déterminée de décharge, tandis que d'autres admettent la même tension à tous les régimes sans qu'il y ait de rapport fixe entre cette tension et le régime de décharge.

M. Cowper-Coles montre une courbe de détermination de la décharge d'un élément de 70 ampères-heure avec une base de 1,85 volts comme point limite au régime de 10 heures. Il fait remarquer que si une même base de décharge était toujours employée par les constructeurs, il serait facile de comparer le rendement des différentes batteries et propose d'adopter un point limite uniforme pour toutes les batteries employées pour l'allumage des moteurs à pétrole sur les automobiles.

Au sujet des défauts des plaques négatives à pastilles et à matières rapportées, M. Cowper-Coles exprime l'opinion que la détérioration de la matière active est due à ce fait que le sulfate de plomb est soluble dans l'acide sulfurique concentré. Il décrit la réaction qui se produit dans une plaque négative pendant la charge et la décharge et montre que l'acide concentré dans la plaque est le milieu par lequel s'effectue un continuel transport de matière de l'intérieur de la plaque à la surface fermant ainsi les pores et empêchant l'accès de l'électrolyte à l'intérieur. Il fait ensuite l'esquisse historique de l'accumulateur, parlant de l'élément de nature compacte et de celui qui peut retirer une grande quantité d'électrolyte dans sa masse, mais dans lequel la matière active n'est pas nécessairement poreuse. La conclusion principale du travail de M. Cowper-Coles est que les perfectionnements devraient porter sur la fabrication d'électrodes contenant en elles-mêmes l'électrolyte.

A. H. B.

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS L'AIR

ET LEURS APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Par **William Cramp** et **Sidney Leetham** (*suite*) (1).

La valeur de la résistance, pour obtenir un type quelconque de décharge, dépend des causes suivantes :

1° *Fréquence employée.* — Plus la fréquence est élevée, moins la décharge semble devoir être interrompue et, par suite, plus est faible la tension pour une intensité donnée. C'est ce que montrent parfaitement les courbes (fig. 6). Un fait curieux, cependant, c'est que dans certains cas, pour des intensités très faibles, la tension nécessaire se trouve être relativement élevée par une augmen-

(1) Voir l'*Electricien*, n° 832, 8 décembre 1906, page 355.

tation de la fréquence. Dans l'appareil utilisé par les auteurs du présent mémoire, où l'ozoneur et la boîte à étincelles sont en série, bien que, comme on le verra plus tard, on puisse accroître le rendement d'ozone en élevant la fréquence; comme l'étincelle semble éprouver quelque difficulté à se produire et comme l'instabilité du circuit ne semble pas être réduite par des fréquences plus élevées, une limite pratique se trouve atteinte avec environ 150 à 200 périodes par seconde.

2° *La rapidité de la circulation de l'air.* — L'effet général de l'augmentation de la rapidité de combiné de la vitesse du courant d'air et des variations de fréquence. Les déductions évidentes à tirer de ces courbes sont que de plus hautes fréquences conduisent à abaisser la tension pour une intensité donnée et que de plus grandes vitesses du courant d'air conduisent à une tension plus élevée pour la même intensité. De plus, indépendamment de ces résultats, on constate également qu'une grande vitesse donnée au courant d'air provoque de très sérieuses oscillations dans le circuit, lesquelles ont souvent entraîné la destruction des transformateurs à haute tension utilisés

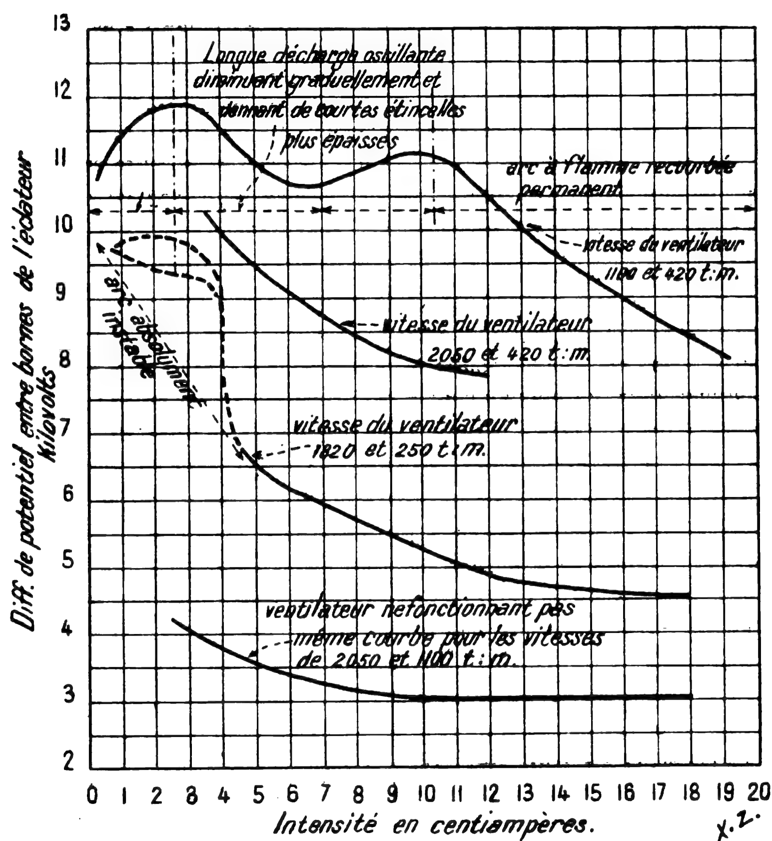


Fig. 6.

la circulation de l'air est d'accroître la longueur apparente et en outre, par suite, la résistance apparente de l'étincelle et, avec de grandes vitesses de courant d'air, l'étincelle s'éteint ou s'étend de manière à former une flamme. Les effets généraux de la vitesse du courant d'air se trouvent représentés par les courbes (fig. 6 et 7). On a déjà parlé des valeurs 420, 250, 240 inscrites sur ces diagrammes. Mais la figure 6 porte une seconde série de valeurs : 1110, 2050 et 1820. Ces dernières se rapportent aux vitesses angulaires de l'alternateur et correspondent respectivement à des fréquences de 148, 273 et 243 périodes par seconde. Dans ces conditions, alors que la figure 7 montre seulement l'effet du changement de la vitesse du courant d'air, la figure 6 montre l'effet dans ces expériences. On pouvait presque d'avance prévoir ce résultat, étant donné que plus est grande la vitesse du courant d'air, plus l'étincelle devient vacillante et s'éteint fréquemment. Ces oscillations se manifestent elles-mêmes dans les courbes en donnant lieu à des déformations de ces dernières, déformations que l'on obtient avec des régimes d'intensités plus élevées. C'est au point que, en raison de leurs effets désastreux, on a trouvé nécessaire de limiter la vitesse du courant d'air dans l'appareil tel qu'on l'utilise maintenant à un maximum de 760 m par minute, en fixant la distance explosive à 1,5 mm par exemple.

3° *Distance explosive.* — De nombreuses expériences ont été effectuées avec différentes lon-

gueurs d'étincelles : c'est ainsi, par exemple, que cinq étincelles de 1,5 mm, disposées en série, ont été comparées avec quatre étincelles de 3 mm de

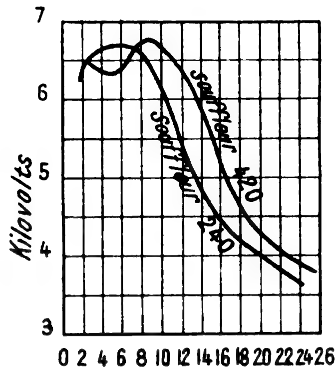


Fig. 7.

longueur et avec une de 1,5 mm. Dans ce dernier cas, on constate que les oscillations produites dans le circuit sont plus grandes que dans le premier cas, et ce résultat général est obtenu toutes les fois que l'on augmente la longueur de l'étincelle. D'autre part, la différence de potentiel entre les bornes de l'éclateur est toujours plus grande que dans le cas où la distance explosive est plus courte. Toutefois cet effet n'est pas proportionnel au nombre d'étincelles disposées en série dans l'appareil; de plus, il n'est pas aussi accentué que l'augmentation des oscillations, particulièrement avec des intensités peu élevées. Cette dernière circonstance a une importance telle que, dans certains cas, il est absolument impossible de mesurer la tension de la décharge.

On pourrait supposer que la tension doit être presque proportionnelle au nombre des étincelles en série; mais il n'en est nullement ainsi. Au contraire, la figure 8 montre que la tension nécessaire, pour obtenir trois étincelles en série, ayant chacune 1,5 mm de longueur est toute différente

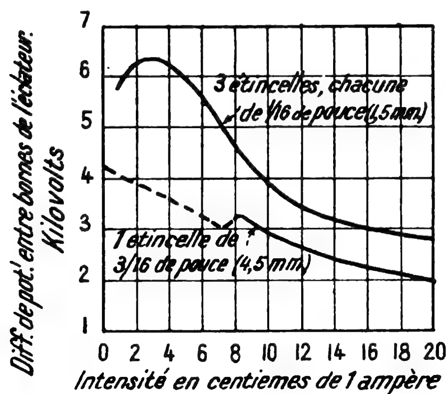


Fig. 8.

de celle qu'exige la production d'une seule étincelle de 4,5 mm de longueur; en outre, la figure 9 montre que quatre étincelles, de 3,1 mm de longueur, montées en série avec une étincelle de 1,5 mm ne nécessitent pas, avec de petites intensités, deux fois la tension de cinq étincelles de 1,5 mm, comme on aurait pu s'y attendre. A la suite d'un grand nombre d'expériences, les particularités paraissent pouvoir être expliquées par les considérations suivantes :

1° Si l'étincelle est longue, la vitesse du courant d'air a plus d'effet sur la décharge, attendu que les pointes la protègent moins;

2° L'influence de la capacité des pointes est plus marquée, lorsque les pointes se trouvent rapprochées;

3° Si une colonne de vapeur vient à s'élever, plus elle est longue, plus elle se refroidit facilement.

Ces trois causes, même en venant s'ajouter à celles déjà mentionnées, n'expliquent pas tous les effets observés. On doit, en effet, attribuer à d'autres causes la petite augmentation de tension correspondant à l'augmentation de longueur de

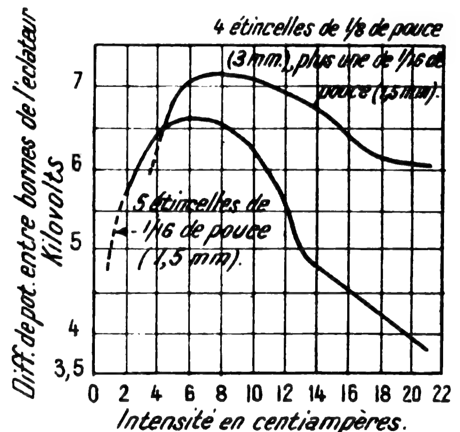


Fig. 9.

l'étincelle, par exemple; il en est de même pour la facilité relative avec laquelle les décharges se manifestent en l'absence de tout courant d'air (voir la fig. 6). Les essais mentionnés dans la section III, à propos de la question d'ionisation, donneront peut-être une indication pour l'explication de ces phénomènes. Provisoirement, nous pouvons noter que les pertes qui se produisent à la surface des isolants en porcelaine ont bien souvent entraîné la production des étincelles d'une série, avant que les autres commencent à se produire, si bien que l'on constate, généralement, que quatre étincelles de 1,5 mm de longueur, disposées en série, éclatent sous une tension beaucoup plus basse que celle nécessitée par une étincelle de 6 mm.

Mais ce fait ne suffit pas pour expliquer le phénomène suivant, à savoir que pour remettre l'appareil en marche après qu'il a fonctionné pendant un certain temps, il faut une tension bien moins élevée que celle qui a été nécessaire pour la première mise en marche, phénomène qu'il

faut également attribuer à l'état d'ionisation dans lequel se trouve l'air.

4° *Influence de la forme des électrodes de l'éclateur.* — La forme des électrodes a une influence très considérable sur la valeur de la résistance apparente de la décharge et, par suite, sur le type de décharge obtenu.

On sait fort bien, en ce qui concerne les décharges à haute tension, que plus aiguës sont les pointes entre lesquelles éclate l'étincelle, plus est basse la tension nécessaire pour que la décharge s'effectue. A titre d'exemple de ce fait, nous pouvons donner quelques résultats obtenus, par M. Bertram Scott, à l'Ecole de technologie de Manchester. Dans ces essais, on a employé trois types d'électrodes, savoir :

1. Deux électrodes plates avec arêtes arrondies (par paires).

2. Des électrodes plates avec arêtes vives et des électrodes sphériques (une de chaque espèce).

3. Des électrodes à arête ou à pointe (par paires).

Les résultats, en ce qui concerne l'influence de la forme des électrodes sur les tensions utilisées dans cet appareil, sont les suivants :

1° Electrodes plates avec arêtes arrondies.

Kilovolts.	Distance explosive en cm.
—	—
18	1,8
29,5	3,9
40	6

2° Electrodes plates avec arêtes vives et électrodes sphériques.

Kilovolts.	Distance explosive en cm.
—	—
15	2
24	4
29	5
38	7
46	9

3° Electrodes à arêtes :

Avec ces électrodes, on a constaté que l'effet de l'arête était d'autant plus marqué que l'angle, au sommet, était moins aigu.

Les résultats les plus marqués ont été réalisés avec des pointes d'aiguille et on remarquera que, avec des pointes aussi aiguës, la tension nécessaire pour une distance explosive de 2 cm est environ la moitié de celle indiquée dans le premier cas. On trouve alors les chiffres suivants :

Kilovolts.	Distance explosive en cm.
—	—
9	2,0
20	4,0
28	6,8
36	9,0
45	10,9

Tous ces résultats varient légèrement, avec la forme de l'onde; dans ces cas on employait un alternateur dont l'onde avait un facteur de forme de 1,54, c'est-à-dire une forme presque sinusoïdale. La figure 10 montre les résultats obtenus.

Les tensions indiquées ne s'appliquent pas à notre appareil, car pour les essais effectués à l'Ecole de technologie de Manchester, il n'y avait

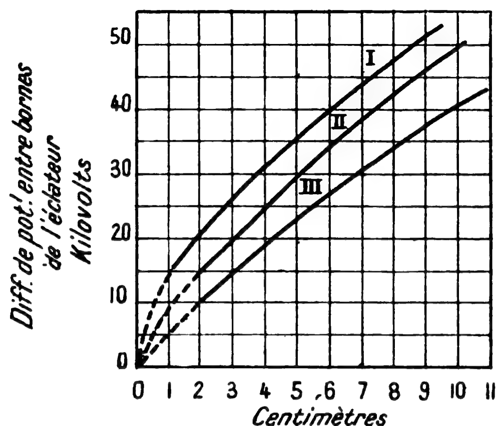


Fig. 10.

d'autre courant d'air que celui produit par la chaleur due à la décharge; comme les résultats ont été obtenus avec les électrodes disposées verticalement, l'action du courant d'air, dans ces conditions, était négligeable. Mais, lorsqu'un courant d'air agit sur la décharge, on constate toujours des résultats semblables à ceux qui viennent d'être donnés; toutefois la tension, pour une longueur d'étincelle donnée, a une valeur plus élevée, l'augmentation de tension étant de l'ordre indiqué sur

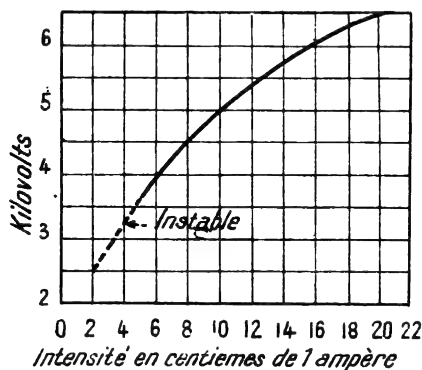


Fig. 11.

la figure 5. Il est donc très avantageux, pour cette installation spéciale, là où une basse tension est désirable, que les pointes soient aussi aiguës que possible. On s'est arrêté à une forme définitive, en tenant compte de la durée des électrodes; en d'autres termes, on donne aux pointes des proportions telles, que la chaleur dégagée puisse se dissiper assez rapidement, afin d'éviter tout réglage, en tout cas pour ne pas exiger plus d'un réglage par mois. Les pointes actuellement employées sont des vis de 12,7 mm de diamètre, avec

un angle au sommet de 90°, très légèrement arrondi à son extrémité. On constate que jusqu'à 0,2 ampère, avec la vitesse normale du courant d'air déjà indiquée, six paires de ces électrodes placées dans une boite à étincelles ne se modifient pas sensiblement lorsqu'elles fonctionnent nuit et jour pendant une période de trois semaines.

L'étude ci-dessus a été particulièrement limitée aux parties des courbes où la décharge produite est du type dit disruptive. Il faut maintenant étudier les parties supérieures des courbes où la décharge donne lieu à la production de l'ozone. Les valeurs indiquées montrent très clairement que, dans les parties où la courbe est la plus raide, la décharge est très instable et qu'il est nécessaire d'utiliser de grandes résistances afin de rendre la valeur de l'intensité extrêmement faible. Cette grande résistance, dans les ozoneurs que le commerce met en vente, est constituée :

1° Soit par un diélectrique disposé entre les pointes ;

2° Soit par de très grandes résistances disposées en série avec les pointes, telles que les tubes à glycérine de Schneller ;

3° Soit enfin par une capacité disposée en série avec les pointes.

Comme exemples d'application du premier dispositif on a les ozoneurs de Siemens, d'Andreoli, d'Elworthy, etc., qui consistent généralement en deux conducteurs lisses ou munis de pointes, ces conducteurs étant séparés par du mica ou par du verre. Dans ces conditions, la chute de potentiel, que l'on a montrée comme nécessaire pour maintenir la décharge silencieuse, se produit au travers du diélectrique lui-même.

Lorsque les pointes sont disposées sur des lames séparées par des feuilles de mica (Andreoli), l'ozoneur peut avoir une grande capacité et, dans ce cas, l'effet de destruction de la résistance est très clairement marqué. En vertu des lois qui régissent les condensateurs, si l'ozoneur fonctionne uniquement comme une capacité, l'intensité doit être proportionnelle à la différence de potentiel aux bornes ; dans ce cas, par suite, la courbe donnant le rapport de la tension à l'intensité doit être une ligne droite. Si donc l'on établit une pareille courbe pour un ozoneur et que l'on constate qu'elle s'écarte de la ligne droite, on peut s'attendre à voir le rendement d'ozone augmenter à mesure que la courbe se renverse. Cet effet est clairement indiqué sur la figure 11, on a toujours constaté que le rendement d'ozone augmentait à mesure que la courbe s'écartait de la ligne droite, jusqu'à ce que l'énergie de la décharge amène une augmentation de température telle que l'ozone produit se trouve partiellement détruit.

Les ozoneurs du deuxième type ne sont pas d'ordinaire aussi efficaces que ceux du premier. Mais ils sont plus faciles à construire et ont généralement de plus faibles dimensions. Un ozoneur de ce type a été construit par M. Cramp. Il est constitué par un certain nombre de bandes d'aluminium dentelées et disposées, avec leurs dents en regard, à une distance d'environ 12,7 mm les unes des autres. On a constaté que l'intervalle minimum entre ces bandes pour obtenir une décharge silencieuse constante, produisant de grandes quantités d'ozone, était d'environ 10,5 mm ; lors des essais, on a constaté que l'écartement avec lequel on obtenait les meilleurs résultats était de 13,5 mm.

Afin de rendre la décharge permanente, on avait dû intercaler dans le circuit une résistance en glycérine présentant des dimensions telles que la chute de tension dans la résistance était pratiquement égale à celle se produisant à travers l'intervalle séparant les lames. En diminuant graduellement cette résistance, on pouvait transformer la décharge silencieuse se produisant sur toute la longueur des électrodes en étincelle unique. On observait toujours une grande chute de tension au moment où la décharge passait d'une forme à l'autre.

Les ozoneurs du troisième type ne se rencontrent pas dans le commerce. Le fait est probablement dû à ce que, par suite de la détérioration des électrodes, le condensateur se décharge immédiatement au travers du circuit, activant ainsi la destruction de l'appareil ; par suite, ce type d'ozoneur ne saurait être recommandé. Pourtant, si l'on monte en série un petit condensateur avec les électrodes, on provoque une chute de tension qui peut, dans une certaine mesure, rendre permanente la décharge silencieuse. Naturellement, la capacité du condensateur doit présenter une valeur telle qu'elle ne puisse, en donnant lieu à un courant conducteur, élever dans une mesure quelconque la tension de l'alternateur par suite de la réaction d'induit.

Résumé. — Si on résume maintenant les résultats généraux des recherches qui viennent d'être exposées, on peut constater les faits suivants :

a) Tous les différents modes de décharge électrique dans l'air se comportent d'une manière semblable et peuvent être rendus permanents par des moyens identiques ;

b) Entre une paire de pointes et dans l'air, on peut obtenir un mode quelconque de décharge au moyen d'un réglage convenable, depuis la décharge silencieuse qui produit l'ozone jusqu'à l'arc à courant alternatif ;

c) En augmentant le nombre des intervalles explosifs disposés en série, on augmente la tension, mais non proportionnellement au nombre de ces intervalles ;

d) Un courant d'air, agissant sur la décharge électrique, augmente la longueur moyenne du trajet de la décharge ; quand il s'agit de courants intenses, l'air soufflé transforme la décharge élec-

trique en une flamme, rend l'étincelle incapable de passer sans une augmentation de tension et provoque toujours des oscillations dans le circuit ;

e) L'augmentation de la fréquence a pour effet de diminuer la tension que nécessite le maintien de l'étincelle, mais il n'en est pas nécessairement ainsi au début.

(*A suivre.*)

ACCUMULATEURS
POUR PETITS ÉCLAIRAGES

La Société *Accumulatoren-Kleinbeleuchtung* de Berlin, société filiale de l'*Accumulatorenfabrik A. G.* de Berlin et de Hagen (Westphalie), s'occupe exclusivement de la fabrication de petits accumulateurs destinés spécialement à alimenter des lampes portatives. Ces petites batteries, dont on a établi plusieurs modèles, se caractérisent par leur faible poids, leur petit volume, et, en même temps, par une grande capacité.

Les différents types de ces batteries figuraient à l'Exposition internationale d'automobiles qui a eu lieu tout dernièrement à Berlin. Parmi les nombreuses applications spéciales de ces batteries d'éclairage, on a surtout remarqué les suivantes : éclairage des plaques portant le numéro des automobiles, lampes de sûreté pour mines et endroits dangereux, lampes de bicyclettes, lanternes de ménage, bougeoirs, lampes de poche, etc., etc.

Les lampes utilisées avec ces batteries sont à filament métallique telles que la lampe au tantale, la lampe Osram, la lampe à filament de zircone, etc., qui présentent l'avantage de n'exiger qu'une faible tension et de consommer moins d'énergie que les lampes à filament de carbone.

Naturellement, les constructeurs ont apporté tous leurs soins à obtenir l'étanchéité absolue du bac contenant les accumulateurs, et ils ont obtenu le résultat cherché à l'aide d'un système de fermeture spécial qu'ils ont fait breveter.

Il est évident que ces petites batteries d'éclairage trouveront de nombreuses applications, grâce au soin particulier avec lequel elles sont établies.

Les différents types de batterie peuvent fournir depuis 5 jusqu'à 40 heures d'éclairage continu, sans qu'il soit nécessaire de recharger la batterie.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1906

M. P. Girod fait une communication sur *la Fabrication électrométallurgique des alliages.*

M. P. Girod, après avoir donné en quelques mots l'historique de l'électrosidérurgie, passe rapidement en revue les différents fours électriques employés dans la fabrication des alliages et de l'acier; il insiste un peu plus sur le four de son système dont il montre les avantages.

Il décrit ensuite avec détails la fabrication des différents alliages :

Ferro-siliciums. — On produit au four électrique des ferro-siliciums contenant 30, 50, 70 et 90 0/0 de silicium. Ces alliages sont employés en fonderie de fonte, comme désoxydant pour les aciers et comme addition fixe dans la fabrication d'aciers à ressorts, d'aciers pour automobiles, et de tôles douces. La consommation annuelle en ferro-silicium atteint 25 000 t.

Ferro-chromes. — C'est à M. Brustlein que revient l'honneur d'avoir introduit l'emploi du ferro-chrome. Le four électrique permet d'obtenir des ferro-chromes avec des teneurs en carbone variant de 10 à moins de 1 0/0, la teneur moyenne en chrome étant de 65 0/0. Ils sont utilisés dans la fabrication des blindages, des projectiles, des aciers à outils, etc. La production est de 5 à 6 000 t.

Silico-manganèses. — Il existe deux types de ces alliages : l'un, renfermant 60 à 70 0/0 Mn et 20 à 25 0/0 Si; l'autre, contenant 45 0/0 Mn, 22 à 25 0/0 Si. Ils sont destinés à remplacer le ferro-manganèse. On fait aussi un silico-mangano aluminium renfermant 10 à 12 0/0 d'aluminium. Ces produits sont toujours destinés aux additions finales, dans la fabrication courante.

Ferro-tungstènes. — Ces alliages sont préparés par le traitement électrique de la wolframite. Ils remplacent la poudre de tungstène dans la fabrication des aciers spéciaux, notamment des aciers à coupe rapide.

Ferro-molybdènes. — Ils sont obtenus en partant de la molybdénite et restent moins utilisés que les précédents.

Ferro-vanadiums. — Obtenus en partant d'acide vanadique, ils commencent à être utilisés pour la production des aciers au vanadium, qui ont des qualités remarquables.

Ferro-tantale. — Arrive sur le marché sidérurgique en promettant beaucoup.

Ferro-uranium. — Très peu utilisé.

M. Girod renvoie au Bulletin pour des tableaux donnant les analyses de nombreux ferro-alliages. Il termine sa communication en faisant ressortir le rôle important joué par les alliages ferro-métalliques dans les progrès de la métallurgie moderne.

M. L. Guillet se félicite d'avoir provoqué, au nom de la quatrième section du Comité, la très intéressante communication de M. Girod, qui soulève deux problèmes importants : la fabrication des alliages ferrométalliques la préparation des aciers au four électrique.

Au point de vue alliages ferrométalliques, M. Guillet fait ressortir l'importance de la préparation des produits avec des teneurs en carbone très faibles, cela parce que, d'une part, la tendance de plus en plus grande de la fabrication des aciers spéciaux pour construction mécanique est de préparer des alliages très peu carburés

et, d'autre part, certains carbures — notamment ceux de vanadium, bore et tantale — sont insolubles dans le bain d'acier liquide; dans ce cas, il y a donc une partie du métal qui n'est pas utilisée et, de plus, le carbure qui peut rester interposé dans l'acier amène de la fragilité.

M. Guillet rappelle ensuite le mode de préparation du silicomanganèse par fusions séparées du ferrosilicium et du ferromanganèse, ces deux alliages étant ensuite coulés dans une même poche; il y alors précipitation du graphite. Il pense que le ferromolybdène qui, au dire de M. Girod, n'a pas toujours donné de bons résultats, n'a pas été employé convenablement; les proportions de molybdène étaient probablement trop grandes. Quant au ferrovanadium, celui à 25 0/0 semble être le meilleur, au point de vue de l'homogénéité du produit final.

Au point de vue de l'électrosidérurgie, M. Guillet demande qu'une discussion générale soit ouverte; il fait ressortir l'importance de la question et les points acquis, à savoir que :

Le four électrique permet d'obtenir des aciers au moins équivalents aux meilleurs aciers au creuset.

Le four électrique est le meilleur four d'épuration connu.

Dans certains cas particuliers, le four électrique est intéressant pour la fabrication de la fonte.

La plupart des usines du centre de la France se préoccupent de la question; les usines du Creusot ont un four en marche, déjà depuis plusieurs années; les établissements Jacob Holtzer font construire un four Keller important. Enfin, les Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard, les Usines de la Praz, celles de Gysinge, livrent déjà depuis trois ou quatre ans des aciers à outils préparés au four électrique. Tous ces faits montrent l'importance de la question, et M. Guillet souhaite vivement que l'on y revienne ultérieurement par une discussion générale.

M. F. Clerc fait remarquer que M. Girod en comparant, au cours de sa communication, le silico-manganèse fabriqué au four électrique au ferro-manganèse produit au haut fourneau, a fait ressortir les avantages que présente le silico-manganèse pour son emploi en sidérurgie à cause de son absolue pureté en soufre.

Or l'affinité du soufre pour le manganèse est telle que l'intégralité du soufre contenu dans le lit de fusion passé dans le haut fourneau passe dans le laitier à l'état de sulfure de manganèse et que le ferro-manganèse produit ne contient pas trace de soufre.

Si M. Girod a constaté du soufre dans de l'acier fabriqué en se servant de ferro-manganèse pour l'addition finale, c'est que, peut-être, l'alliage employé renfermait un peu de scories; mais le ferro-manganèse ne peut contenir trace de soufre pas plus que le silico-manganèse fabriqué directement.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

SÉANCE DU 13 NOVEMBRE 1906.

La séance est ouverte à 5 h. 10.

M. le président souhaite la bienvenue à M. Chaussenot et lui exprime toute la satisfaction qu'éprouvent ses collègues à le voir reprendre la place qu'il occupait parmi eux avant d'accepter les fonctions de secrétaire général en 1904.

M. Chaussenot remercie les membres de la Chambre syndicale des témoignages de sympathie et de confiance qu'ils lui ont donnés et les prie d'agréer l'assurance de son entier dévouement.

Sont admis comme membres du Syndicat professionnel des industries électriques :

M. Quévreux (Raoul-Ernest), constructeur électricien, 88, avenue de Malakoff, à Paris (XVIe), présenté par MM. Javaux et Larnaude;

M. Quillon (Marcel), électricien, 24, avenue de la République, à Aurillac (Cantal), présenté par MM. Javaux et Tournaire.

Travaux des Commissions.

Commissions permanentes : 1re Commission (M. Robard, président). — Le Syndicat professionnel des usines d'électricité nous a rappelé récemment que sa commission technique se tenait à notre disposition pour examiner en commun les observations qu'elle avait présentées relativement aux « Instructions sur les essais des dynamos et transformateurs électriques » éditées par notre Syndicat.

Sur la demande de M. Robard, actuellement très pris par des occupations urgentes, l'étude de cette question a été reportée à janvier prochain.

Commissions spéciales.

Commissions des Douanes (M. Meyer-May, président.) — Le « modus vivendi » commercial avec l'Espagne, qui expirait le 2 novembre courant, a été prorogé d'un commun accord par les deux gouvernements jusqu'au 2 décembre 1906.

Nous sommes toujours dans l'incertitude sur l'issue des négociations et la légitime inquiétude des industries électriques n'est point calmée, car l'examen des demandes de réductions qu'elles réclament a été réservé au cours des derniers pourparlers entre les négociateurs des deux pays. Tout récemment, nous avons prié à nouveau M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie de bien vouloir considérer qu'il serait désastreux pour ces industries d'être obligées de renoncer à toute exportation en Espagne au profit de nations plus favorisées, et avons émis un vœu énergique tendant à la conclusion d'un traité de commerce leur assurant la place importante qui leur revient sur le marché espagnol. MM. Meyer-May et de la Fontaine-Solare ont assisté, le 3 novembre courant, à une réunion organisée par l'Union pour l'amélioration des conventions commerciales entre la France et l'Espagne, sous la présidence de M. V. Lourties, vice-président du Sénat, en vue de se concerter sur la convenance d'une convention commerciale directe avec l'Espagne. Les représentants de l'industrie et du commerce, y compris ceux du commerce des vins en gros, présents à cette réunion, ont rédigé la déclaration suivante :

« Considérant que les nations limitrophes ont le plus sérieux intérêt à être liées par des conventions commerciales permettant de donner à leurs échanges tout le développement que comporte la plus grande facilité de communications qui résulte du voisinage; que c'est ainsi que toutes les autres puissances de l'Europe sont liées avec les pays qui les avoisinent par des traités de commerce;

« Considérant que depuis 1892 notre pays a subordonné ses relations avec l'Espagne aux conventions in-

tervenues entre cette dernière, la Suisse et l'Allemagne, cela au grand préjudice de son exportation qui a diminué de plus de moitié dans les quatorze années écoulées, tandis que l'Allemagne voyait son chiffre d'exportation s'élever de 23 millions de fr en 1892, à 80 millions de fr en 1901 et 93 millions 1/2 en 1904 ;

« Considérant que tout en manifestant toute leur patriotique sympathie pour les intérêts de la viticulture, les représentants de l'industrie et du commerce, après une étude approfondie de la question, sont convaincus que les droits sur les vins étrangers peuvent supporter une réduction sans aucun danger pour les viticulteurs;

« Considérant qu'il suffit d'établir en l'espèce que les taxes douanières qui frappent actuellement les vins étrangers sont, non pas, comme l'affirme la déclaration du Groupe viticole de la Chambre des députés, de 12 fr seulement l'hectolitre, mais qu'il y a lieu d'ajouter à ce droit celui de la taxe de consommation à partir de 12°;

« Considérant que les rares envois de vins qui nous sont encore faits par l'Espagne sont des vins de 12° à 15° et qu'à raison de 12 fr l'hectolitre, plus 2,20 fr par degré d'alcool et par hectolitre, ils subissent en réalité les droits de 14,20 fr par hectolitre pour vins de 13°; de 16,40 fr par hectolitre pour vins de 14° et de 18,60 fr pour les vins de 15°; que ces vins espagnols ont en outre à supporter, jusqu'à leur écoulement sur notre marché, des frais de transport et autres qui atteignent, en moyenne, 5 fr par hectolitre;

« Considérant que si l'on prend pour base le prix actuel des vins de 12° à 15° sur le marché espagnol de 10 et 12 pesetas environ l'hectolitre, la protection accordée à nos vins représente de 150 à 175 0/0 de la valeur du produit et que, dans de telles conditions, il y a une marge suffisante pour que les droits soient abaissés sans le moindre risque pour les intérêts que l'on prétend mettre en péril;

« Convaincus d'ailleurs qu'une légère réduction des taxes douanières à l'entrée des vins espagnols en France, en particulier de ceux d'une forte teneur alcoolique (12° à 15°) n'est pas de nature à porter un préjudice sérieux à la viticulture française; qu'elle peut avoir pour résultat d'autre part de nous permettre de récupérer, sinon en totalité, du moins en partie, notre commerce d'exportation de vins de cargaison, exportation dont la production et le commerce des vins français ne pourront que bénéficier;

« S'appuyant sur ces considérants,

« Les représentants de l'industrie et du commerce réclament avec insistance que, dans l'intérêt général du pays, tant au point de vue commercial qu'au point de vue politique, le marché espagnol ne soit pas abandonné à nos rivaux, et qu'un traité de commerce soit conclu au plus tôt sur la base de concessions réciproques de l'un et l'autre pays, sans en exclure systématiquement aucun produit de leur exportation. »

Une convention de commerce a été signée entre la France et la Suisse le 20 octobre 1906. M. le ministre du commerce et de l'industrie a fait déposer sur le bureau de la Chambre des députés un projet de loi portant approbation de cette convention.

Ce projet de loi a été renvoyé à la Commission des Douanes qui en a commencé aussitôt l'examen et a chargé M. Jules Roche de faire un rapport à ce propos.

La Chambre en a fixé la discussion en tête de l'ordre du jour du jeudi 15 novembre.

La Chambre syndicale a déjà été informée de l'enquête menée en ce moment par M. Klotz, député de la Somme, sur la révision du tarif douanier français, en ce qui concerne nos industries.

L'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises, consultée à ce propos par M. Klotz, nous a demandé quelques renseignements. M. Meyer-May les lui a fournis verbalement, au cours d'une réunion commune avec le Syndicat des usines électriques, qui a eu lieu, le 20 octobre dernier, au siège social de ladite Association, et se propose d'établir une note confirmative de cet entretien.

Commission de réorganisation des syndicats de l'électricité. — Cette Commission s'est réunie le 5 novembre courant pour examiner l'avant-projet établi par MM. Eschwège et Sautter. Cet avant-projet, très intéressant et parfaitement étudié, comporte, dans ses grandes lignes, la création de « Sections professionnelles » et de « Sections régionales » composant un « Syndicat général ».

La Commission a estimé que la constitution proposée des dites sections était insuffisante pour leur permettre de bénéficier complètement des dispositions des art. 5 et 6 de la loi du 21 mars 1884 et, conséquemment, qu'il y avait lieu de craindre qu'elle ne réponde pas à l'attente de tous les intérêts. Avant de passer à la discussion détaillée de cet avant-projet, elle a donc demandé à MM. Eschwège et Sautter de vouloir bien y apporter quelques modifications essentielles susceptibles de donner aux différentes sections une autonomie effective.

Questions financières.

Le Comité de la Foire de Paris, dont faisait partie M. Radiguet, notre regretté collègue, a fait tout récemment une démarche auprès de M. le Président pour le prier de rappeler à ses collègues le but de son organisation et demander l'adhésion collective, à titre honoraire, de notre Chambre syndicale.

Le Comité de la Foire de Paris organise à Paris, au printemps de chaque année, une foire d'échantillons analogue à celle de Leipzig, de nature à intéresser non pas le petit consommateur, le client immédiat, le public, mais la vente en gros par les commissionnaires de la province et de l'étranger.

En raison du profit que la petite industrie électrique peut retirer de cette foire, la Chambre syndicale des Industries électriques décide de se réinscrire comme membre honoraire de ce Comité et autorise, à cet effet, le versement d'une cotisation annuelle de 5 fr.

Affaires diverses.

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie et du travail et du ministre de l'instruction publique, des Beaux-Arts et des cultes, ceux de nos collègues désignés ci-après ont été promus ou nommés dans l'ordre national de la Légion d'honneur, à l'occasion des expositions de Saint-Louis, Lille, Arras et Liège :

Au grade d'officier : M. Frager (Alphonse-Jean), administrateur-directeur de la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usine à gaz;

M. Harlé (Henri-Amédée-Emile), administrateur-gérant de la maison Sautter, Harlé et Cie;

M. Vésier (Georges-Louis), administrateur délégué de la Compagnie française des métaux.

Au grade de chevalier : M. Azaria (Pierre), administrateur délégué de la Compagnie générale d'électricité;

M. Bancelin (Edme-Henri), administrateur de la Compagnie française de charbons pour l'électricité;

M. Clerc (Louis-Jean), chef d'exploitation des usines électriques de la Compagnie continentale Edison;

M. Holzschuch (Jacques-Joseph), inspecteur des services techniques de l'exploitation au chemin de fer du Nord.

La Chambre syndicale est heureuse de leur adresser ses plus sincères félicitations.

— Une conférence internationale, sous le titre de Commission électrotechnique internationale, s'est réunie à Londres, au mois de juin dernier, pour étudier, de concert avec les délégués des différents pays, l'unification de la nomenclature électrique et des méthodes de mesure et de classification des divers appareils employés dans l'électrotechnique.

Cette conférence a décidé, pour l'étude de cette unification, la formation, dans chaque pays, d'un comité national, les délégués nommés par chaque comité constituant l'organe central international.

La Société internationale des électriciens a entrepris la constitution du comité national français et demande à notre Chambre syndicale de désigner quelques délégués qui la représenteraient au sein de ce comité.

La Chambre, estimant que cette unification internationale est intéressante pour nos industries, nomme MM. Berne, A. Cance, Eschwège, Geoffroy, Hillairet, Javaux, Larnaude, Meyer-May et Zetter délégués pour assister la Société internationale des électriciens dans la formation du comité national français.

— Conformément à l'article 8 de la loi du 13 juillet 1906, établissant le repos hebdomadaire en faveur des employés et ouvriers, M. le Préfet de Police demande l'avis de notre Syndicat sur la suite qui pourrait être donnée à des demandes qui lui ont été adressées par M. le Directeur de la Société anonyme pour le travail électrique des métaux d'une part et d'autre part par M. Gaulier, électricien, à Gentilly, pour être admis à bénéficier de l'exception prévue à l'article 2, § *d*, de la loi précitée.

Après avoir entendu les explications que lui fournit à ce propos M. le Président, la Chambre syndicale est d'avis de satisfaire les demandes de dérogations qui lui sont soumises par M. le Préfet de Police.

— M. le Président fait connaître que M. Mildé, ancien président, lui a transmis une lettre qui lui a été adressée par M. Gaston Rozet, architecte, pour le prier d'assister à une réunion organisée en vue d'étudier les modifications à apporter à la prochaine édition de la Série de prix de la Société centrale des architectes.

M. le Président a cru devoir rappeler à M. Gaston Rozet que, en 1904, notre Chambre syndicale avait chargé une commission spéciale, dissoute aujourd'hui, de préparer la série des travaux d'électricité et que ladite commission, n'ayant pu se mettre d'accord avec lui, avait fait paraître une série de prix rationnellement établie conformément aux intérêts des entrepreneurs. Il a fait remettre à M. G. Rozet un exemplaire de cette série, mis gracieusement à notre disposition par la librairie Chaix, en lui faisant connaître que, s'il ne trouvait pas dans cet ouvrage les éléments utiles à ses études, notre Chambre syndicale chargerait quelques-uns de ses membres de se mettre en rapport avec lui à ce sujet. La réponse de M. G. Rozet ne lui est pas encore parvenue.

— Notre collègue, M. Schwarberg, nous a communiqué une lettre circulaire du Syndicat national pour l'amélioration des transports qui organise pour le lundi 10 décembre prochain un grand congrès national du commerce et de l'industrie à propos de la question du rachat des chemins de fer par l'Etat.

M. le Président a prié le secrétaire général d'assister à ce congrès pour y représenter le Syndicat professionnel des industries électriques. Tous nos collègues s'intéressant à cette question sont conviés à ce congrès.

— La Chambre de commerce de Paris demande à notre Chambre syndicale de vouloir bien, comme par le passé, lui prêter son concours pour la réfection de la partie de la liste des experts en douane qui la concerne.

M. le Président indique les modifications qui lui paraissent devoir être apportées à cette liste et arrête, d'accord avec la Chambre syndicale, les radiations et les propositions qui seront présentées à M. le Ministre du commerce et de l'industrie.

— Le 28 octobre a eu lieu à l'hôtel Continental, sous la présidence de M. le Ministre du commerce et de l'industrie, le banquet annuel de la Société des anciens élèves des écoles nationales d'arts et métiers. En l'absence de M. Javaux, M. Meyer-May, vice-président, a bien voulu y représenter le Syndicat professionnel des industries électriques.

— Sur la proposition faite par notre Chambre syndicale, à l'occasion de la dernière assemblée générale, M. le Ministre du commerce, de l'industrie et du travail a bien voulu accorder des médailles d'honneur du travail à ceux de nos collaborateurs désignés ci-après : André (Alexis), en service aux établissements Schneider et C[ie], à Champagne-sur-Seine (S.-et-M.), depuis trente-quatre ans et dix mois. Cottin (Jean), en service aux établissements Schneider et C[ie], à Champagne-sur-Seine (S.-et-M.), depuis trente-deux ans et neuf mois. Morlet (Jean), en service aux établissements Schneider et C[ie], à Champagne-sur-Seine (S.-et-M.), depuis trente-neuf ans et sept mois.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Appareillage.

469 291. — Badani. — Entrée d'abonné pour relier les installations de postes téléphoniques, d'éclairage ou de force motrice avec les canalisations extérieures (8 juin 1906).

369 300. — Gaiffe et Blondel. — Interrupteurs à mercure pour courants alternatifs et continus (2 août 1906).

369 419. — Bourgeois. — Coupe-circuit automatique (3 sept. 1906).

Applications diverses.

369 433. — Dubs. — Horloge à commutateur électrique (3 sept. 1906).

369 374. — Wagner. — Support à adhérence magnétique (28 août 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

Canalisations.

369 330. — Vedovelli, Priestley et Cie. — Sectionnement automatique des lignes électriques (28 août 1906).

Divers.

369 392. — De Keating Hart. — Réglage du vide dans l'ampoule de Crookes (31 août 1906).

Eclairage et Lampes.

369 316. — Ateliers Thomson-Houston. — Corps utilisables pour l'éclairage et le chauffage (28 août 1906).

369 320. — Forster. — Lampe à incandescense (28 août 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

361 892. — Lecocq. — Laitonisation du fer (7 novembre 1905).

361 901. — Couleru. — Fabrication électrolytique des chlorates et perchlorates (11 nov. 1905).

369 387. — Moscicki. —Production d'oxydes d'azote par voie électrique (31 août 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

369 344. — Siemens-Schuckert-Werke. — Machine à collecteur à courant monophasé avec enroulement compensateur (29 août 1906).

369 375. — Wagner. — Inducteur de dynamos à courant continu à épanouissements polaires déformables et à cornes polaires fixes (29 août 1906).

Moteurs.

369 478. — Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Suppression des étincelles aux balais dans les moteurs compensés à collecteur à courant alternatif monophasé (5 sept. 1906).

369 424. — Cie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Contrôle de moteurs électriques (3 sept. 1906).

Piles.

369 294. — Jungner. — Pile électrique primaire (10 juillet 1906).

369 302. — Hayot. — Générateur d'énergie électrique à dissociation (4 août 1906).

369 412. — Decker Electrical Manufacturing Cie. — Batterie primaire (1er sept. 1906).

Télégraphie.

369 323. — Ferrié. — Réglage de la self-induction (28 août 1906).

Transformateurs.

369 423. — Siemens et Halske. — Condensateur électrique (3 sept. 1906).

369 444. — Kœbler. — Transformation de courant à faible voltage en courant à voltage plus élevé (4 septembre 1906).

CHRONIQUE

Décision nommant de nouveaux membres de la commission chargée d'élaborer les règlements d'administration publique prévus par la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Par décision du 9 octobre 1906, le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes a constitué la commission chargée d'élaborer les règlements d'administration publique prévus par la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, commission dont l'*Electricien* a donné la composition (voir n° 827, 3 novembre 1906, p. 288).

Par décision prise en novembre 1906, le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes a désigné, pour compléter cette commission :

M. Fontanellles, ingénieur en chef des ponts et chaussées, adjoint à la direction des chemins de fer.

M. Brylinski, président de la Chambre syndicale des usines d'électricité.

M. Ferdinand Meyer, directeur de la Compagnie continentale Edison.

Commande de dynamos par les turbines atmosphériques.

A propos de la commande des dynamos au moyen des turbines atmosphériques, M. Paul Lattig fait remarquer, dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, qu'on s'est généralement accoutumé à n'envisager que le système employé par M. La Cour sur les côtes danoises. Et pourtant, ajoute M. Lattig, depuis six ans on rencontre en Allemagne de nombreuses installations produisant de l'énergie électrique à l'aide de turbines atmosphériques en acier « Herkules ». Cette turbine, construite par la maison Rudolf Braun, de Dresde, donne d'excellents résultats, et cela bien que le régime des vents, surtout dans l'Allemagne centrale, ne soit pas aussi avantageux que celui rencontré par M. La Cour à la pointe nord du Jutland.

Les turbines « Herkules » mesurent des diamètres de 4 à 8,5 m. Les dynamos, accouplées à ces turbines, sont protégées contre les trop grandes vitesses angulaires qui se produisent sous l'action des violents coups de vent, par le glissement de la courroie de transmission sur l'arbre, glissement qui s'opère même avant que le régulateur automatique de la turbine entre en action.

Le seul dispositif spécial nécessaire pour assurer le fonctionnement normal d'une pareille installation est un appareil automatique capable d'établir la communication entre la dynamo et la batterie d'accumulateurs aussitôt que le vent souffle avec une vitesse suffisante, — 4 m, — et de supprimer cette communication dès que le vent diminue, afin d'éviter que la batterie se décharge dans la dynamo génératrice. Or, cet appareil est aujourd'hui couramment construit par diverses usines.

Des installations présentement existantes en Allemagne, M. Lattig cite, entre autres, les suivantes :

Une turbine atmosphérique Herkules qui fournit à une fabrique de vernis, à Nerchau près Wurzen, toute la force motrice utile et, en outre, le courant suffisant pour alimenter 36 lampes à incandescence ;

Une autre turbine de même genre, de 8,5 m de dia-

mètre, permet d'obtenir, dans le domaine de Holzen (vallée de l'Isar), l'électricité nécessaire pour actionner toutes les machines agricoles des différentes granges, ainsi que pour alimenter des pompes à eau, des appareils de la laiterie et les lampes servant à l'éclairage;

Dans le domaine seigneurial d'Obertopfstedt, près Greussen, une turbine de 7,5 m de diamètre fournit une puissance suffisante pour alimenter un coupe-paille, un moulin à égruger et une pompe à eau, ainsi que pour l'alimentation de 100 lampes à incandescence, réparties dans le château et dans les écuries, et de 2 lampes à arc qui éclairent la cour. Il convient de remarquer que, dans les environs de la même localité, on a installé six autres turbines Herkules, toutes affectées à des exploitations agricoles;

A Dürkheim, près d'Ober-Ingelheim, une turbine de 8,5 m de diamètre produit le courant nécessaire pour l'éclairage du bourg tout entier, etc., etc. — G.

Chauffage électrique au moyen de cartouches de cryptol.

D'après une information de la *Schweizerische Bauzeitung*, le système de chauffage électrique au moyen de cartouches de cryptol comporte l'emploi, comme résistance, d'une masse granulée, non métallique, laquelle, introduite dans des tubes en verre solide, peut se manipuler facilement. Ces tubes sont fermés, à leurs deux extrémités, par des capsules métalliques qui donnent accès au courant et se fixent dans des contacts à ressort. Ces ressorts sont rivés par groupes sur des paires de lames en fer parfaitement isolées et attachées au cadre du foyer. La cartouche la plus généralement employée mesure 0,32 cm de longueur et consomme environ 40 watts; sa résistance atteint le chiffre normal pour une tension de 110 volts. Par suite, quand on dispose d'une tension de 220 volts, il faut monter en série deux cartouches ou deux groupes comprenant un nombre identique de cartouches. Au cas d'emploi d'une tension de 110 volts, toutes les cartouches du foyer doivent être montées en parallèle. Ces cartouches supportent sans inconvénient des surtensions, l'on peut employer tous les degrés intermédiaires de tension : aussi la Société du cryptol fournit des foyers d'appartements pour toutes tensions de 65 à 600 volts et plus encore. La disposition des contacts garantit une grande sécurité de fonctionnement et donne à toute personne, même inexpérimentée, la possibilité de remplacer une cartouche qui ne fonctionne plus. D'ailleurs il faut remarquer que l'éventualité d'une cartouche ne fonctionnant plus ne se produit généralement que dans le cas d'une rupture causée par un violent choc extérieur, car la durée des cartouches en question peut être considérée comme presque illimitée. La température prise par les cartouches de cryptol ne dépasse guère 100° C et l'air immédiatement ambiant s'échauffe jusqu'à 80° au plus : on ne constate donc pas, là où on les emploie, la combustion des poussières tant redoutée des hygiénistes. — G.

La hausse des cours du platine.

Dans une circulaire qu'elle adresse à sa clientèle, la maison W.-C. Heraeus, de Hanau, donne l'explication suivante de la hausse excessive que l'on constate actuellement dans les cours du platine : La consommation de 1905 a été sensiblement supérieure à celle des années précédentes, et le seul pays possédant des mines importantes de ce métal, la Russie, n'a pu assez rapidement augmenter, dans une mesure correspondante, sa production. Les apports effectués au commencement de 1906, rendus peu importants par les troubles qui ont à ce moment désolé la Russie, ont forcé bien vite les quelques maisons qui se livrent au traitement des minerais de platine à épuiser leurs réserves, et la pénurie qui s'est fait dès lors sentir a amené les marchands russes de minerai à ne plus vendre qu'à des prix excessifs. Aussi, en quelques semaines, les cours du platine ont augmenté de plus de 1250 fr par kilo; aujourd'hui encore, on ne peut prévoir la fin de ce mouvement ascensionnel, qu'il faut surtout attribuer aux manœuvres de la spéculation. — G.

Le bain intensif de lumière électrique « Polysol ».

M. le docteur Kattenbracker explique, dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, les avantages que comporte, comme moyen de sudation, le bain de lumière électrique incandescente. Ces avantages consistent en ce que la chaleur est surtout rayonnée, en ce que l'air ambiant n'est pas sensiblement échauffé et que la sudation se trouve être en correspondance exacte avec la quantité de chaleur dégagée par le corps de la personne soumise aux rayons lumineux. Par suite, on évite l'accumulation de chaleur que provoquent les autres systèmes de bain et que l'on redoute, à juste raison, chez les sujets débiles, atteints d'affections cardiaques ou relevant de maladie. C'est surtout pour les sujets atteints d'affections cardiaques qu'il importe de disposer d'un bain de lumière particulièrement riche en chaleur rayonnée et pauvre en chaleur conduite.

La société « Sanitas », de Berlin, obtient ce bain en substituant aux lampes électriques incandescentes à ampoule des lampes à tube renfermant un fil droit, que l'on dispose devant des miroirs réflecteurs d'une forme spéciale. Elle a donné à ce dispositif le nom de bain intensif de lumière « Polysol ». Alors que, dans le bain électrique ordinaire, on emploie 48 lampes à ampoule, 20 lampes incandescentes à tube, toutes distribuées sur les parois de l'appareil, suffisent dans le bain « Polysol », d'où une économie appréciable de courant. Derrière chaque lampe, est disposé un miroir concave réflecteur, à courbure hyperbolique. Le fil incandescent de la lampe suit exactement la ligne diacaustique de l'hyperbole, et on a donné à cette dernière une forme telle que les rayons lumineux doivent nécessairement tomber dans l'intérieur du bain. De plus, les miroirs réflecteurs sont mobiles : ils peuvent, en effet, se déplacer des deux côtés dans les limites d'un certain angle. Par suite, le sujet n'a pas à se condamner à une immobilité absolue; il peut se pencher en avant ou en arrière ou de côté en demeurant toujours au centre des radiations.

Ce qui rend l'appareil « Polysol » particulièrement précieux, suivant M. le docteur Kattenbracker, c'est que les personnes souffrant du cœur, nerveuses ou extrêmement faibles, peuvent, sans inconvénient, avoir recours à ce bain de lumière. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — No 884 22 Décembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 31e volume (janvier-juin 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

PARAFOUDRE ET INTERRUPTEURS
A VAPEUR DE MERCURE
SYSTÈME COOPER-HEWITT

Le principe sur lequel sont établies les lampes à vapeur de mercure a été appliqué par M. Cooper-Hewitt à la réalisation d'un parafoudre et d'interrupteurs. Notre confrère l'*Electrician* de Londres donne la description suivante de ces nouveaux appareils.

Le parafoudre (fig. 1) est fondé sur la propriété particulière que possède la vapeur de mercure de présenter une résistance électrique initiale très grande. L'appareil est réglé pour la tension normale du courant circulant sur la ligne de manière à empêcher le courant de

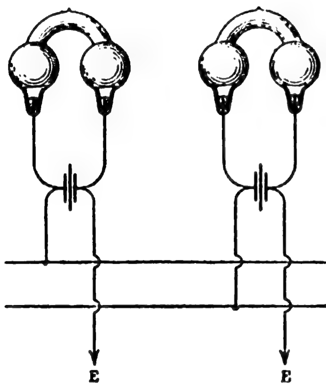


Fig. 1.

passer d'une électrode à l'autre; mais si la tension vient à dépasser une certaine limite ou si une décharge atmosphérique atteint les conducteurs, le courant traverse le parafoudre et se rend à la terre.

Lorsque ce parafoudre est utilisé sur des lignes à courant alternatif et qu'une décharge a traversé l'appareil, le courant normal ne continue pas à passer pour se rendre à la terre, car la communication avec cette dernière est interrompue à la première alternance, la grande résistance de l'électrode négative se trouvant rétablie aussitôt la décharge anormale produite.

Sur les lignes à courant continu, le même phénomène d'interruption se produit, car le parafoudre est construit de telle sorte que le passage du courant normal développe une élévation de température telle que la communication à la terre ne peut se maintenir.

L'interrupteur à vapeur de mercure (fig. 2) se monte comme l'indique le schéma. Les communications sont établies de manière à éviter la production d'une forte étincelle ou une surélévation dangereuse de la tension sur le circuit lorsque l'interrupteur est ouvert. L'appareil

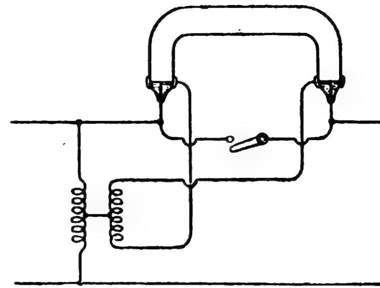


Fig. 2.

comporte deux tiges, une à chaque électrode, destinées à faire fonctionner l'appareil. Ces deux tiges sont respectivement reliées aux bornes du secondaire d'un transformateur. Dans ces conditions, l'appareil à vapeur de mercure se trouve mis en court-circuit lorsque l'interrupteur est fermé; lorsque ce dernier est ouvert, il existe entre ses deux électrodes non seulement la différence normale de potentiel, mais en plus la différence de potentiel existant aux bornes du secondaire reliées par l'intermédiaire des tiges précitées aux mêmes électrodes. Sous l'action combinée de ces deux différences de potentiel qui s'ajoutent, l'appareil à vapeur de mercure fonctionne et permet au courant de passer temporairement, ce qui réduit les étincelles de rupture aux bornes de l'interrupteur. Mais, comme dans le parafoudre, toute tendance à maintenir le passage du courant alternatif à travers l'appareil se trouve paralysée par suite de l'augmentation de la densité de la vapeur de

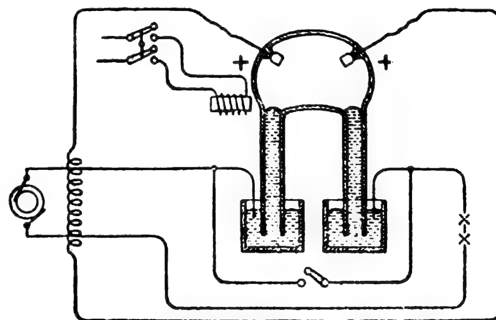


Fig. 3.

mercure. Dès que le courant a actionné l'appareil, ce courant se trouve interrompu automatiquement.

Dans un autre modèle d'interrupteur (fig. 3), la rupture du circuit est produite à l'intérieur de l'appareil par l'action d'un électro-aimant sur

le courant traversant la vapeur de mercure. Le champ magnétique produit par cet électro-aimant souffle l'étincelle et interrompt ainsi le passage du courant. Dans cet appareil, deux électrodes supplémentaires servent à amorcer le tube à vapeur de mercure.

G. M.

EMPLOI DES MOTEURS A GAZ PAUVRE
DANS LES USINES GÉNÉRATRICES
ALIMENTANT DES LIGNES DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

La grande difficulté que présente l'emploi des moteurs à gaz pauvre est d'assurer la marche en parallèle des alternateurs. Depuis plusieurs années, de laborieux essais ont été faits en Amérique dans cette voie et, actuellement, la question paraît entrée dans une phase réellement pratique. Dans l'Ouest, où le prix du charbon est excessif, il y a en construction en ce moment plusieurs usines génératrices actionnées au gaz, dont l'une aura une puissance totale de 15 000 ch. Dans l'Est, il y a quelques stations faisant usage de moteurs à gaz pauvre, mais, comme nous le verrons plus loin, le prix du charbon étant dans cette partie de l'Amérique relativement bas, on n'obtient guère plus d'économie qu'avec la machine à vapeur. Parmi les usines génératrices affectées à la traction électrique, les plus récentes sont celles des tramways de Boston et celles alimentées par du gaz naturel du chemin de fer interurbain de Warren à Jamestown sur la rive sud du lac Erié.

I. — **Tramways de Boston.**

a) Usine actionnée par des moteurs Crossley.

Cette station fonctionne depuis environ quatre mois. Elle est destinée à alimenter une des zones suburbaines des tramways de Boston.

Elle comprend deux groupes de 350 kw chacun.

Les moteurs à gaz sont du système Crossley à quatre temps. Chaque machine comprend deux cylindres en tandem sur une manivelle située entre les deux cylindres. Elles ont été fournies par la Power and Mining Company à Cudahy près de Milwaukee (Wisconsin).

Chacun des cylindres est muni de deux dispositifs d'allumage par bougies. Le courant nécessaire est fourni par deux groupes moteurs-générateurs installés dans les sous-sols et pourvus d'une batterie d'accumulateurs de réserve.

Un régulateur à force centrifuge, agissant sur l'admission, assure une vitesse angulaire constante. Les constructeurs garantissent que la variation de vitesse en passant de la pleine charge à zéro ne dépassera pas 2 0/0.

Le refroidissement des cylindres est assuré par trois circulations d'eau indépendantes. La première refroidit les cylindres, la seconde les soupapes et la troisième la chambre de combustion. Dans les premiers temps de fonctionnement, on employait l'eau de la distribution municipale. On dépassa comme consommation d'eau celle d'une chaudière de puissance équivalente. Aussi la Société fait-elle procéder en ce moment à la construction de puits artésiens et de réservoirs avec tours refrigérantes. La circulation d'eau se fait par pompes centrifuges mues par moteurs électriques séparés.

L'installation des gazogènes a été faite par le Loomis Pettibone Gas Generating System. Cette installation n'a donné lieu à aucun inconvénient. Elle est placée dans un bâtiment séparé. Deux gazogènes alimentent alternativement un épurateur à trois cloches d'où le gaz est envoyé aux deux gazomètres.

Le démarrage des moteurs peut s'obtenir par deux procédés : ou bien on les fait démarrer au moyen d'air comprimé renfermé dans des réservoirs toujours tenus à la pression voulue par des compresseurs mus électriquement, ou bien on peut les faire démarrer en employant les génératrices comme moteurs, en prenant le courant sur les fils de trolley. C'est en effet une des grandes facilités du réseau de Boston. La plupart des stations centrales très nombreuses marchent en parallèle et peuvent par conséquent, s'entre'aider mutuellement.

Les génératrices produisent du courant continu à 550 volts et débitent 630 ampères.

Le tableau de distribution comprend 8 panneaux :

2 tableaux pour les machines,

1 tableau pour l'allumage,

5 tableaux pour 5 feeders aériens.

b) Usine actionnée par des moteurs Koerting.

Cette station est à peine installée et elle ne marche en ce moment que pour ses essais de réception.

Elle comprend :

5 gazogènes à chargement automatique par ponts roulants, 3 groupes électrogènes de 330 kw chacun.

Groupes électrogènes : Ils se composent d'une dynamo et d'un moteur Koerting à 2 temps et à un seul cylindre, mais à double effet avec inflammations alternées à chacune des extrémités. Ces moteurs ont été fournis par la maison De La Vergne à New-York.

A chaque extrémité du cylindre il y a un double allumage par magnéto à basse tension et à rupteurs. Il y a une magnéto pour chaque extrémité de cylindre. Ces magnétos sont mues par engrenages portés par l'arbre à cames des soupapes.

Les régulateurs assurent un maximum de 5 0/0

de variation dans la vitesse pour le passage de la pleine charge à zéro.

Les génératrices sont de la maison Crocker Wheeler à 550 volts, 600 ampères.

Cette usine n'étant en fonctionnement que depuis quelques semaines, il est difficile de se faire une opinion sur sa valeur au point de vue exploitation.

c) Résultats économiques.

Prenant comme base de comparaison deux autres petites usines à vapeur, nous pouvons dresser le tableau ci-dessous :

	Usine avec moteurs Crossley (4 mois.)	Usine à vapeur I.	Usine à vapeur II.
Débit en kilowatts-heures par mois. . . .	230 000	681 000	3 500 000
Charbon par kilowatt-heure (en kilos). . .	0,680	1,430	1,570
Coût détaillé en francs :			
Combustible	0,0125	0,0245	0 0245
Autres approvisionnements.	0,0360	0,0320	0,0355
Main d'œuvre. . . .	0,0125	0,0090	0,0095
Total en francs. .	0,0610	0,0635	0,0695

Le prix du charbon est d'environ 15 fr la tonne rendu aux usines.

Nous voyons donc ce résultat caractéristique ; au point de vue du combustible, la dépense est moitié moindre dans les usines employant des moteurs à gaz que dans les usines utilisant la vapeur comme force motrice.

Mais les différences notables dans les autres dépenses (huile, eau, graisse, etc.) et surtout dans la main d'œuvre font ressortir le kw-heure, à peu de chose près, à la même valeur dans les trois stations centrales.

Quant à la nouvelle usine, utilisant des moteurs Koerting, sa consommation de charbon pour les premiers essais et qui diminuera peut-être a été de 1,360 kg par kw-heure, ce qui fait ressortir le kw-heure, en prenant les mêmes valeurs pour les autres usines que dans celle employant les moteurs Crossley à 0,0735 fr, donc notablement au-dessus du prix de revient des usines à vapeur. Mais, vu la mise en marche récente de cette station, ces chiffres n'ont qu'une valeur très provisoire.

Par contre, les résultats de la plus ancienne des usines utilisant des moteurs à gaz sont remarquables. Nous avons vu que l'avantage d'employer les moteurs à gaz est surtout à considérer dans la partie des Etats-Unis où le charbon est cher. Dans certains points de l'Ouest, sa valeur minimum atteint parfois 50 fr la tonne. Voyons alors l'avantage qu'il y aurait à employer des moteurs à gaz au lieu de machines à vapeur.

Avec le charbon à 50 fr la tonne, nous pourrions dresser le tableau ci-dessous :

	Usine avec moteurs Crossley.	Usine à vapeur
Kilowatts-heure par mois. . . .	230 000	681 000
Consommation en kg par kilowatt-heure.	0,680	1,430
Coût détaillé :		
Combustible.	0,0340	0,0715
Autres approvisionnements. . .	0,0360	0,0320
Main d'œuvre.	0,0125	0,0090
Total en francs. . . .	0,07125	0,1125

L'avantage en faveur des moteurs à gaz devient notable et il se chiffre par 30 0/0.

Il est aussi très intéressant d'examiner l'opportunité d'employer des moteurs à gaz à la place de machines à vapeur servant de réserve ou d'appoint à des usines hydrauliques. En effet, il est certain qu'il est moins coûteux de conserver un gazomètre rempli, prêt à toute éventualité, que de tenir des chaudières toujours sous pression. En outre, la rapidité de mise en marche du groupe à gaz est à considérer aussi. Il est certain que cette branche de l'industrie électrogène est appelée à un grand avenir dès que les petits accidents auxquels sont soumis encore les moteurs à gaz pauvre auront été supprimés par une plus longue pratique.

Comme points intéressants à signaler encore aux tramways de Boston, il y est effectué annuellement environ 16 millions de kilomètres-voiture.

En 1904-1905, le kilomètre-voiture a coûté 0,22 fr. La hausse du charbon a porté ce prix à 0,26 fr en 1905-1906. A titre de comparaison les Elevated de Chicago (trains à unités multiples) exploitent à 0,31 fr la voiture-kilomètre, tandis que le métropolitain de New-York exploite à un prix moyen de 0,28 fr.

II. — Tramway interurbain Warren-Jamestown.

Ce fut le premier tramway interurbain à courant monophasé alimenté par une station généra-

trice n'ayant comme force motrice que des moteurs à gaz. Malgré la difficulté de parer aux à-coups que produisent les trains lourds et fort espacés circulant sur cette ligne, les moteurs à gaz n'ont donné lieu à aucun trouble sérieux depuis leur mise en exploitation. Toute l'installation mécanique a été fournie par la Westinghouse Machine Company, l'équipement électrique étant fourni par la Westinghouse Electric, sa voisine.

Pour se faire dès à présent une idée générale de l'installation, disons que la station génératrice a une puissance de 1000 ch répartis en deux groupes électrogènes et qu'elle suffit à alimenter, sans réserve à vapeur, une ligne de 68 km tant en ville qu'en rase campagne. Les profils sont assez accidentés. Il n'y a que 2 à 4 voitures en service, toutes du poids de 35 tonnes, avec une puissance motrice de 200 ch, ce qui leur permet d'atteindre des vitesses de 75 km à l'heure.

La genèse de cette entreprise fut la suivante : On commença, il y a plusieurs années, par alimenter, au moyen de moteurs à gaz verticaux, les sections urbaines des tramways en courant continu. Pour les sections monophasées interurbaines, on eut recours ensuite à de puissants moteurs horizontaux. La Compagnie Westinghouse a surtout cherché à obtenir les desiderata suivants :

1° Faculté de supporter des charges très variables ;

2° Régulateur assurant une marche en parallèle satisfaisante.

3° Diminution de l'effet nuisible des ratés d'allumage.

4° Réduction des consommations d'eau et d'huile avec régulateurs automatiques de leurs débits.

5° Dispositif infaillible de démarrage rapide en cas de nécessité urgente.

Le grand succès technique de l'usine génératrice de Warren est la facilité avec laquelle les alternateurs sont mis en parallèle. Ils sont mis en synchronisme par les procédés ordinaires au moyen des lampes de synchronisation. La durée totale pour mettre en marche une seconde machine, la synchroniser et la charger en déchargeant la première machine ne dépasse guère une minute.

Les effets des ratés d'allumage sont surtout à craindre pendant la marche en parallèle. Ils occasionnaient souvent le décrochage d'un alternateur. Ce fait ne pourrait se produire à Warren que si un cylindre restait pendant assez longtemps sans aucune explosion, ce qui est pratiquement impossible, vu les soins pris pour l'établissement des circuits d'allumage toujours doublés. L'allumage se fait par courants à basse tension et rupteurs.

Le courant est produit par de petites dynamos spéciales auxquelles une batterie d'accumulateurs sert de réserve pour diminuer d'autant les chances de ratés.

Depuis 7 mois que l'usine est en service journalier, aucun inconvénient du fait de l'allumage n'a été constaté.

On attribue en outre le bon fonctionnement des moteurs aux précautions toutes spéciales prises pour le graissage. Une circulation d'huile continuelle avec dispositifs de filtrage est assurée et il n'est fait usage que d'huile de toute première qualité et sévèrement vérifiée avant emploi.

L'huile est injectée d'une façon automatique dans le cylindre en plusieurs points de celui-ci et cela seulement pendant l'aspiration. De cette manière l'huile se trouve bien répartie à la fin de la compression et assure une bonne lubrification pendant les périodes d'explosion et de détente.

La consommation a été de 0,00115 litre par cheval-heure, pour la *cylindrine* et de 0,00156 litre par cheval-heure pour l'huile ordinaire. Le coût d'huile par cheval-heure fut respectivement de 0,04 fr et de 0,03 fr, soit un total de 0,07 fr par cheval-heure.

La circulation d'eau est assurée par des réservoirs situés au-dessus de l'usine et dont la pression est suffisante pour assurer la circulation. Des puits munis de pompes électriques servent à alimenter les réservoirs en question. Chaque machine consomme par heure, environ 12 m³ d'eau. Cette circulation est suffisante pour limiter à 21 degrés centigrades l'élévation de température de la partie la plus chaude de la machine, la chambre d'explosion.

Le démarrage des machines s'obtient toujours par l'air comprimé.

La première explosion a lieu généralement au troisième ou quatrième tour et la vitesse de régime est atteinte en moins d'une minute.

Au point de vue de la consommation de gaz naturel, la dépense moyenne pour l'énergie nécessaire par jour est de 50 fr à 60 fr. Le combustible gazeux entraine une dépense d'environ 1,12 fr par voiture-heure et 8,4 fr par voiture-kilomètre. La dépense totale par voiture-kilomètre a été de 0,12 fr, ce qui met le prix de revient de la tonne-kilomètre à 0,34 fr.

D'après les relevés d'exploitation, les dépenses journalières pour les 68 km sont de 156 fr seulement. L'économie en combustible est d'environ 20 0/0 sur ce que consommeraient les machines à vapeur.

Ces résultats ont été si encourageants que la Westinghouse équipe en ce moment, avec des moteurs à gaz, une usine d'une puissance de 8000 kw à Johannesburg (Transvaal) et une installation similaire est en construction à Madrid.

Au point de vue économique, la Compagnie de Warren à Jamestown dispose d'une population tributaire de 50 000 habitants en 9 villes et villages traversés. Neuf autres localités situés à proximité de la ligne en portent la population tributaire à 61 000 habitants. Environ 100 000 touristes visitent la contrée en été.

La partie la plus accidentée du parcours est une rampe de 3 1/2 0/0 en moyenne et 7 0/0 au maximum avec un arrêt inévitable au pied même de la rampe. La longueur de cette rampe est de 1 km environ.

Les voitures ont 13 m de long et pèsent 35 tonnes. Elles contiennent 59 places assises. L'équipement se compose de 4 moteurs-série monophasés Westinghouse de 50 ch.

La puissance nécessaire pour alimenter tout le réseau, tant urbain qu'interurbain, est assurée par l'usine de Warren située au milieu de la ligne. Les feeders sont à 22 000 volts et 2 sous-stations à environ 2 km des points extrêmes abaissent la tension à 3300 volts qui est la tension normale des fils de trolley. Des sous-stations spéciales transforment le monophasé en courant continu à 550 volts pour la traction dans les villes de Warren et de Jamestown.

Cette installation reposant tout entière sur l'utilisation du gaz naturel très abondant aux Etats-Unis méritait une courte description pour les procédés vraiment pratiques employés pour résoudre un problème de traction rendu difficile par le coût du charbon, le trafic peu intense, le poids des voitures et les vitesses à atteindre. Cette installation a fait faire un grand pas vers l'utilisation des moteurs à gaz dans les stations génératrices de moyenne puissance et elle est considérée aux Etats-Unis comme une des plus intéressantes qui aient été effectuées par la Westinghouse Company.

Henry Urban.

LES CONDENSATEURS INDUSTRIELS
ET LEURS APPLICATIONS

(Suite et fin) (1)

Protection des canalisations contre les effets des charges statiques. — On sait que les charges statiques accidentelles qui se manifestent sur les canalisations sont dues, non à des phénomènes d'induction, mais bien à l'influence de corps électrisés, tels que les nuages. Lorsqu'un conducteur ainsi chargé est mis en communication avec la terre, la charge s'écoule sous forme de courant continu.

Lorsqu'il s'agit de protéger une canalisation de courant alternatif à haute tension contre les charges statiques, la protection obtenue par des parafoudres à distance explosive est insuffisante, parce que leur fonctionnement donne toujours lieu à des surtensions et amène une rupture dangereuse dans l'équilibre du réseau. D'autre part, si l'on utilise des parafoudres à résistance, cette résistance a toujours une valeur trop élevée pour assurer une décharge suffisamment rapide.

Il y a toujours avantage à protéger les canalisations contre les effets des charges statiques à l'aide de bobines de self reliant directement les conducteurs à la terre. Il est indispensable que ces bobines soient construites de manière à présenter une très forte self-induction et à avoir, en même temps, une très faible résistance ohmique. Dans ces conditions, la résistance opposée au passage du courant alternatif est très considérable et la consommation de courant déwatté est très faible, tandis que le courant continu provenant des charges statiques s'écoule très rapidement à la terre comme s'il existait un court-circuit.

Ces bobines spéciales sont immergées dans l'huile et sont établies de manière à présenter toutes garanties de sécurité.

Protection des canalisations contre les surtensions. — Indépendamment des actions perturbatrices dues aux phénomènes atmosphériques, les canalisations de courant alternatif à haute tension sont souvent le siège de surtensions, provoquées, comme on l'a déjà dit, par le fonctionnement des parafoudres; mais ces surtensions peuvent aussi être dues à d'autres causes.

Dans les stations génératrices, les variations brusques de charge du réseau alimenté produisent également des surtensions; dans les sous-stations, elles prennent naissance au moment où les appareils d'utilisation sont retirés du circuit qui les alimente.

Jusqu'à présent, le seul dispositif de protection employé consistait à placer des résistances en série avec des parafoudres à cornes. Cette protection ne pouvait être efficace, car le fonctionnement des parafoudres provoque lui-même des surtensions, alors que l'on cherche à les éviter.

L'emploi de batteries de condensateurs donne, dans ce cas, une solution satisfaisante, mais il est nécessaire d'utiliser des batteries ayant une capacité plus grande que celles que l'on emploie comme parafoudres, car les courants provenant des surtensions ont une fréquence bien moins grande que ceux qui sont dus aux décharges atmosphériques.

Toutefois, il convient de remarquer que, quelque faible que soit la capacité de la batterie de condensateurs, elle offrira toujours moins de résistance au passage des courants que n'im-

(1) Voir l'*Electricien*, n° 833, 15 décembre 1906, p. 369.

porte quel système de protection usité jusqu'à présent. Du reste, une installation comportant une station centrale et des sous-stations, toutes munies de condensateurs, présente dans son ensemble une capacité suffisante pour qu'il soit inutile d'installer une nouvelle batterie.

*
* *

Montage des appareils sur le réseau à protéger. — Pour compléter les renseignements déjà donnés sur la protection des installations électriques à courants alternatifs et à haute tension contre les effets des décharges atmosphériques, des charges statiques et des surtensions, il est utile d'indiquer la manière de placer les condensateurs et les bobines de self pour assurer une protection efficace.

Pour protéger une station centrale ou une

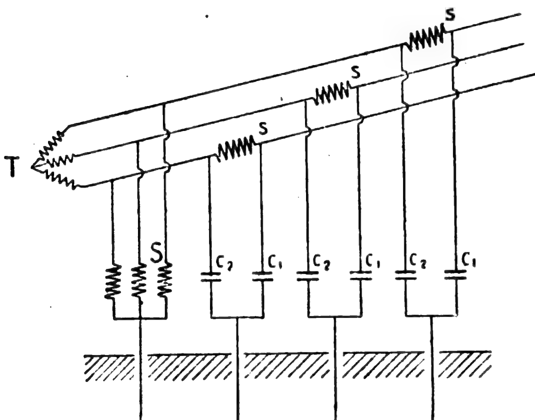


Fig. 7.

sous-station importante, l'installation à réaliser est représentée schématiquement (fig. 7).

T représente la génératrice ou le transformateur triphasé à protéger; C_1 et C_2 sont des batteries de condensateurs; s,s des bobines de self et, enfin S les bobines de self utilisées pour assurer l'écoulement à la terre des charges statiques.

Lorsque la canalisation reçoit par induction des décharges atmosphériques à très haute fréquence (500 000 à 600 000 périodes par seconde), ces décharges se rendent à la terre par l'intermédiaire des batteries de condensateurs C_1, car elles ne peuvent traverser que très difficilement les bobines de self *s*. Toutefois, pour que ces bobines puissent fonctionner, c'est-à-dire créer un obstacle au passage des décharges, il faut nécessairement qu'elles soient traversées par une certaine partie de la décharge à haute fréquence; cette faible partie de la décharge se rend à la terre par les condensateurs C_2 sans arriver à l'alternateur ou au transformateur T qu'il s'agit de protéger.

Les bobines de self-induction *s*, construites spécialement pour cet usage et destinées à être intercalées sur chacun des conducteurs de la ligne, sont constituées par une spirale de fil de fer, offrant une résistance énorme au passage des courants de haute fréquence et établies pour des intensités respectives de 50, 100 et 200 ampères.

En ce qui concerne l'appareil S utilisé pour protéger l'installation contre les charges statiques, il y a à considérer plusieurs solutions, suivant la facilité que l'on a de trouver un point neutre sur l'installation ou suivant l'absence de ce point neutre.

Si le point neutre est accessible, comme c'est le cas indiqué sur les figures 8 et 9, dans les-

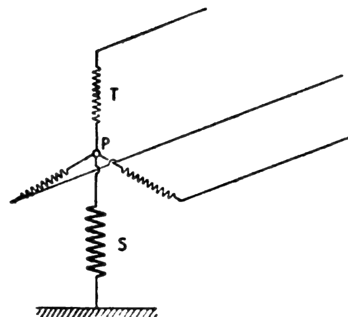


Fig. 8.

quelles T est un alternateur triphasé ou un transformateur, il vient naturellement à l'idée de relier directement ce point neutre à la terre. Les résistances ohmiques des enroulements de la génératrice ou du transformateur étant très faibles, le courant dû aux charges statiques se rendrait ainsi directement à la terre sans difficulté; toutefois, ce dispositif très simple présente un grave inconvénient qui rend son application impossible : c'est le cas où un des conducteurs de la ligne venant à se rompre se trouve ainsi mis à la terre et alors la phase correspondante est mise en court-circuit. On évite très facilement cet inconvénient en intercalant une bobine de self-induction S (fig. 8 et 9) sur le conducteur établissant la communication avec la terre; dans ces conditions, la bobine de self ne laisse passer, sous la tension normale, qu'un courant alternatif de très faible intensité, environ 0,1 ampère, tandis que, sous la même tension et grâce à sa faible résistance ohmique, la bobine de self peut laisser passer le courant continu très intense provenant de la charge sta-

tique accidentelle. L'intercalation dans le fil de terre de cette bobine assure donc une protection efficace et évite tout accident même en cas de rupture d'un des conducteurs de la ligne.

Le cas où il ne serait pas possible de trouver sur les machines du réseau un nombre suffisant de points neutres pour protéger complètement l'installation en utilisant le dispositif de montage qui vient d'être décrit, se rencontre rarement. Il faut alors adopter le dispositif indiqué par la figure 7. Le fonctionnement sera aussi bon, mais les appareils de protection seront plus coûteux, car il sera nécessaire d'installer des batteries de condensateurs à chaque entrée de poste, mais il suffira d'une seule bobine de self pour protéger le réseau contre les effets des charges statiques dans un rayon de 25 à 30 kilomètres environ.

Lorsque l'installation est peu importante, il

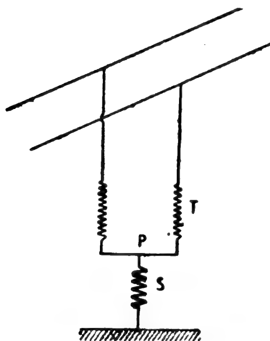


Fig. 9.

n'est pas nécessaire d'utiliser une double batterie de condensateurs et, dans ce cas, le dispositif à employer est celui que représente la figure 10.

Il convient du reste de faire remarquer que l'emploi d'une double batterie de condensateurs ne constitue qu'une protection supplémentaire que l'on ne peut obtenir avec les autres systèmes de parafoudres et qu'il n'est à recommander que dans les installations très importantes, où le moindre défaut dans le fonctionnement peut amener de très graves accidents.

Les batteries simples se composent de six condensateurs, chacun d'eux étant muni d'un plomb fusible, afin que si l'un d'eux venait à se rompre, le reste de la batterie ne soit pas détérioré. Tous les condensateurs étant interchangeables, leur remplacement s'effectue sans aucune difficulté.

Ces batteries de condensateurs se construisent pour toutes capacités et toutes tensions. Les modèles courants sont établis pour des tensions de 10 000, 15 000, 20 000 et 30 000 volts et des puissances depuis 2,4 jusqu'à 25,2 kilovolts-ampères. Elles peuvent, sans inconvénient, supporter la tension normale entre conducteurs, alors qu'elles ne supportent en réalité que la différence de potentiel avec la terre; donc, elles ne fonctionnent en réalité que sous une tension égale à 1/5 ou 1/6 de la tension d'essai, suivant qu'il s'agit d'une distribution à courant alternatif simple ou d'une distribution à courants triphasés.

⁂

Indépendamment de l'application des condensateurs à la protection des installations électriques, il en est d'autres que nous nous bornerons, pour le moment, à simplement signaler, applications qui ont été rendues possibles par la réalisation d'un type de condensateur vraiment industriel.

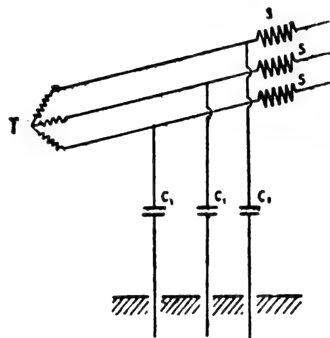


Fig. 10.

Pour ne citer que les principales, nous indiquerons les suivantes :

1° Installations de télégraphie sans fil où les condensateurs Moscicki remplacent avantageusement les bouteilles de Leyde;

2° Production de rayons X à l'aide d'un simple transformateur dont le courant est redressé par des soupapes de Villard montées en pont de Wheatstone. Une batterie de condensateurs montée en dérivation sur l'ampoule, agit comme réservoir d'énergie et régularise la différence de potentiel aux bornes;

3° Production de courants à haute fréquence pour les laboratoires;

4° Suppression du décalage de phase et des phénomènes de résonance dans les distributions électriques d'énergie à courant alternatif;

5° Suppression des extra-courants qui endommagent fréquemment les moteurs de traction;

6° Démarrage des moteurs asynchrones alimentés par du courant alternatif simple.

Comme on peut en juger par ce qui précède,

les condensateurs industriels sont appelés à de nombreuses applications dans toutes les branches de l'électrotechnique et le modèle qui vient d'être décrit constitue un progrès des plus appréciables.

DE KERMOND.

STATION MOBILE

POUR LA CHARGE DES VOITURES ÉLECTRIQUES

D'après l'*Electrical World*, the New-York Transportation C° utilise une station mobile pour la charge de ses voitures publiques. Ce procédé a rendu des services dans des cas particuliers, par exemple, lorsque les voitures électriques avaient à franchir, par suite d'une affluence sur un point déterminé, une distance supérieure à celle que comporte la charge et ne pouvaient ainsi conserver une charge suffisante pour le retour. La station mobile est alors destinée à fournir aux voitures épuisées une charge d'une heure qui leur permet de parcourir environ 25 kilomètres.

Cette station, qui est installée sur un omnibus légèrement modifié, se compose d'un moteur à pétrole de 60 chx., actionnant directement une génératrice à quatre pôles de 50 kw. Cet ensemble peut fournir du courant sous 200 volts à la vitesse de 800 tours, ou sous 110 volts à la vitesse de 500 tours, grâce à un régulateur de champ. Quand on charge les batteries, les bobines de champ en série sont mises hors circuit.

La cabine de la voiture est aérée à l'aide d'un radiateur qui est refroidi par un ventilateur actionné par le moteur.

La voiture contient en outre deux réservoirs de 150 litres environ, l'un d'eau, l'autre de pétrole. Elle se déplace par ses propres moyens; à cet effet, deux moteurs en série de 40 ampères sous 80 volts attaquent directement ses roues motrices. Ces moteurs sont actionnés par la génératrice qui, dans ce cas, est compoundée.

La vitesse de la voiture peut varier de 4 à 25 km à l'heure. Ces variations de vitesse sont obtenues en agissant sur le moteur; cependant, d'autre part, à l'aide d'un combinateur, on peut également réaliser deux vitesses en avant et deux en arrière. La voiture est munie d'un frein électrique. La faible vitesse s'obtient en mettant les moteurs en série sur la génératrice avec une résistance en circuit. La grande vitesse est réalisée par le même groupement, mais sans résistance.

Il y a sur la voiture 12 prises de courant avec câbles souples de longueur convenable pour la charge des voitures. Ces prises sont reliées à un tableau qui comporte 12 commutateurs unipolaires à deux directions dont un pour chaque circuit de charge dans une direction, les commutateurs sont reliés directement aux câbles principaux; dans l'autre direction, on introduit un ampèremètre dans le circuit. Les prises de charge sont divisées en deux groupes à l'aide d'un commutateur bipolaire à deux directions; on peut ainsi mettre les deux groupes en série ou en parallèle pour effectuer la charge à 220 ou 110 volts. Le tableau comporte en outre un autre commutateur bipolaire à deux directions pour mettre la génératrice soit sur le circuit de charge soit sur les moteurs actionnant la voiture.

La voiture constituant la station mobile pèse toute équipée environ 7 tonnes.

A. B.

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS L'AIR

ET LEURS APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Par **William Cramp** et **Sidney Leetham**

(Suite et fin) (1).

SECTION III — **Essais électro-chimiques.**

De tous les résultats obtenus, tant électriquement que chimiquement, un très grand nombre paraissaient inexplicables avec les théories ordinaires; on a alors cru opportun d'expérimenter, au point de vue de l'ionisation (2), les gaz produits par la décharge électrique. En conséquence, on a pris une série de courbes qui montrent le temps requis pour décharger un bon électroscope :

a) En laissant le courant d'air seul frapper le bouton de l'électroscope;

b) En substituant au courant d'air primitif un courant d'air ayant passé à travers l'ozoneur;

c) En substituant au courant d'air primitif un courant d'air ayant subi une modification par suite de son passage dans la boîte à étincelles;

d) En combinant les essais b et c.

Les résultats apparaissent très nettement sur les courbes (fig. 12). Ils montrent que l'air, après avoir passé dans les salles où l'on effectue l'électrisation, est toujours ionisé. Ce résultat est beaucoup plus marqué quand il s'agit de l'air sortant de la boîte à étincelles que lorsque l'air a simplement passé au travers de l'ozoneur. On peut considérer ces phénomènes par rapport aux phénomènes chimiques; mais on peut également les examiner par rapport aux effets électriques.

Nouvelle explication théorique des résultats obtenus. — Il semblait presque impossible de supposer que des décharges, qui exigent un si faible courant, pourraient donner naissance à une colonne de vapeur pouvant assurer une conduc-

(1) Voir l'*Electricien*, n° 833, p. 374.

(2) Le terme « ionisation », partout où il est ici employé, indique simplement la propriété de décharger un électroscope.

tance suffisante pour laisser passer le courant; mais, d'autre part, en l'absence de la théorie de la colonne de vapeur, il semblait ne pas y avoir de motif pour que, en premier lieu, il fût plus difficile de provoquer la décharge lorsque le courant d'air s'écoulait et pour que, en second lieu, cette décharge devînt beaucoup plus difficile à maintenir avec un courant d'air. Mais en admettant l'ionisation de l'air, on a immédiatement une explication de tous les phénomènes.

Ainsi, sous la tension électrique, l'air se trouve ionisé entre les pointes et il commence à avoir une tendance à devenir conducteur. De petits courants apparaissent sous forme de lignes bleues; mais ces lignes bleues sont-elles, ou non, des particules réellement échauffées? Voilà ce qu'on ne peut déterminer. Une augmentation de l'intensité du courant produit une ionisation plus grande en augmentant la conductance du milieu; mais cette voie conductrice se trouve, dans tous les cas, facilement supprimée, si l'on maintient un courant d'air au-delà et autour des pointes. Cela explique pourquoi la décharge est plus difficile à provoquer et plus difficile à maintenir. Faisant un pas de plus, en considérant l'arc ordinaire, on trouve qu'une colonne de vapeur prend naissance et, naturellement, se comporte, à très peu près, comme la colonne d'air ionisé déjà indiquée.

Telle est, en résumé, la théorie proposée par les auteurs du présent mémoire pour expliquer les faits déjà relatés, et elle concorde parfaitement avec ce que nous savons déjà sur le même sujet. Naturellement, l' « ionisation » serait immédiatement admise par beaucoup comme une explication suffisante de l'ensemble des phénomènes, et nous désirons insister sur ce point que, sans une théorie de ce genre, quelques-uns des phénomènes cités demeureraient inexplicables, particulièrement ce fait que la décharge se produit plus facilement après que l'appareil a fonctionné pendant quelque temps et a été ensuite arrêté que quand on met l'appareil en marche pour la première fois. Cette particularité est très marquée avec des vitesses peu élevées du courant d'air et lorsque l'intervalle entre l'arrêt et la remise en marche est court. On peut faire la même constatation avec un voltmètre électrostatique à haute tension. Si l'étincelle vient à se produire une fois, il faut ouvrir la boîte et renouveler l'air; autrement une nouvelle étincelle se produit sous une tension relativement basse. Nous pensons en outre que ce phénomène explique d'une façon presque certaine les extraordinaires différences constatées dans ce que l'on appelle les « longueurs d'étincelles », différences qui ont été si souvent observées et ont donné lieu à de nombreuses hypothèses. Ces différences ont été maintes fois attribuées à l'humidité et à la poussière; mais les auteurs du présent mémoire estiment que l'intervention de ces facteurs n'explique pas complètement ces différences. Ce sont surtout les résultats chimiques, et particulièrement la combinaison de l'oxygène et de l'azote, qui semblent impossibles à expliquer si l'on n'admet pas une théorie de ce genre, comme on va le voir dans ce qui suit.

SECTION IV. — **Phénomènes chimiques.**

Jusqu'à présent on a parlé de la décharge silencieuse comme s'il s'agissait d'un phénomène parfaitement connu, produisant un effet chimique bien défini. Les expériences relatées ci-après montrent le contraire : si un ozoneur Andreoli, tel que celui dont la caractéristique est représentée sur la courbe (fig. 11), est relié à une canalisation à courant alternatif et que l'on augmente graduellement la tension, l'on constate qu'une lueur violette s'établit entre les grillages et le mica, et l'on obtient un excellent rendement en ozone; une augmentation de la tension accroît le rendement d'ozone jusqu'à un certain point, au-delà duquel la décharge devient graduellement plus jaune, et enfin il se produit alors une quantité pour cent relativement grande de combinaisons oxygénées de l'azote, en même temps que le rendement en ozone se trouve diminué. De l'ozone s'est-il réellement formé et s'est-il ensuite détruit ou bien ne s'en forme-t-il réellement pas? — On l'ignore. Une augmentation de l'intensité du courant accroît encore davantage le rendement en composés oxygénés de l'azote, bien que, d'ordinaire, de longues décharges dues à des pertes de courant apparaissent sur le diélectrique.

Les effets deviennent encore plus marqués si on utilise un ozoneur où l'air est utilisé comme diélectrique, car alors l'intensité du courant peut être graduellement augmentée jusqu'à ce qu'il ne se produise absolument plus aucune quantité d'ozone; alors la décharge silencieuse se transforme en décharge disruptive produisant surtout du peroxyde d'azote; si l'on augmente encore l'intensité du courant, même jusqu'à ce qu'il se forme un arc à flamme, il se produit toujours du peroxyde d'azote. Nous n'avons trouvé aucun type de décharge, quelque silencieuse qu'elle soit, qui ne produise point des composés oxygénés de l'azote.

Nous ne pouvons fournir absolument aucune explication quant à la production de l'ozone par les différents types de décharge. Mais nous pouvons formuler quelques hypothèses à propos de la formation de composés oxygénés de l'azote. On admet généralement que ces composés se forment électriquement par la combinaison de l'azote avec l'oxygène de l'air, la chaleur nécessaire étant fournie par la flamme de l'arc ou de l'étincelle, comme M. Crookes l'a indiqué en 1898. Or, la température à laquelle l'azote peut se combiner avec l'oxygène est, suppose-t-on, d'environ 2000° C; bien qu'il soit impossible de s'assurer si cette température est atteinte lors de la décharge disrup-

tive, il nous a semblé presque incroyable qu'il en fût ainsi. Pour essayer de déterminer ce point, nous avons eu recours aux essais suivants :

Effet de la température. — Une boite à étincelles, pourvue de cinq paires de pointes séparées l'une de l'autre par un espace de 1,5 mm, a été mise en circuit et l'on a réglé l'intensité à 0,1 ampère. On s'est ensuite livré à des essais, alors que la boîte à étincelles était à la température ambiante de 20° C, puis quand la boîte s'est trouvée échauffée et portée à la température d'environ 120° C; dans ce dernier cas on n'a observé aucune augmentation définie de la teneur en composés oxygénés de l'azote. Il semble donc que le rendement ne dépende pas absolument de la température. Avec quatre étincelles de 1,5 mm, montées en série, une vitesse de courant d'air de 608 m par minute et une intensité de 0,06 ampère, le rendement en composés oxygénés de l'azote a

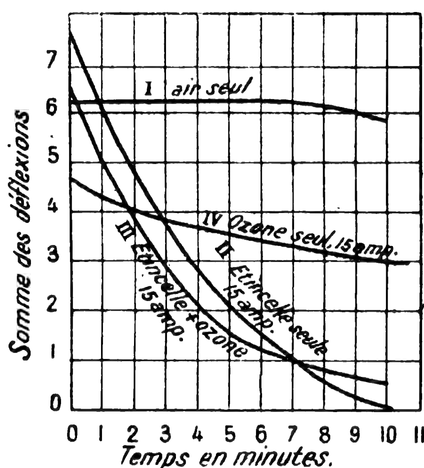


Fig 12.

été de une partie pour 40 000, ainsi que l'a maintes fois constaté M. Sinnat.

D'autre part, on constate toujours que quand l'air, contenant une faible quantité d'ozone, traverse la boîte à étincelles, la production principale des composés oxygénés de l'azote n'a pas lieu dans la boîte elle-même, mais après l'avoir traversée; dans nos essais, elle se produit après que le gaz a parcouru une longueur d'environ 0,90 m dans un tuyau, tuyau qui, lui aussi, est parfaitement froid. Si, en pareil cas, les petites étincelles sont remplacées par des filaments Nernst chauffés à blanc, il ne se forme absolument aucun composé oxygéné de l'azote. Si l'on désire encore une plus ample confirmation de ce fait que la formation des composés oxygénés de l'azote est indépendante de la température, nous pouvons dire que, quand on fait passer dans un ozoneur Berthelot, refroidi par l'eau, de l'oxygène pur mélangé avec 2 0/0 d'azote, on constate, même dans ces conditions, la présence de peroxyde d'azote.

Intensité du courant. — D'un autre côté, on remarque toujours que le rendement en composés oxygénés de l'azote ne s'accroit pas proportionnellement à l'intensité, mais plus lentement. En effet, dans la boite à étincelles précédemment mentionnée, on remarque à peine un changement dans la production de ces gaz entre 15 et 25 ampères, ce qui est fort remarquable, car, avec une intensité beaucoup plus grande, la température devient également beaucoup plus élevée. D'autre part, entre 5 et 10 ampères, la production est fort augmentée.

Les auteurs du présent mémoire s'expliquent comme il suit ses effets :

Le plus grand rendement en composés oxygénés de l'azote s'obtient toujours lorsque l'on utilise des arcs très minces; c'est ce que confirment MM. Bradley et Lovejoy en Amérique. Cela revient à dire que l'air utilisé doit avoir facilement accès aux étincelles si l'on désire une forte production de ces composés; cette condition explique le fait que la quantité produite n'est point proportionnelle à l'intensité.

Les courbes (fig. 12) montrent que l'air, modifié par une décharge disruptive, est beaucoup plus ionisé que celui soumis à l'action d'une décharge silencieuse. Ce fait nous amène à penser que l'ionisation de l'air permet la combinaison de l'oxygène et de l'azote, à des températures assez basses, mais il est indispensable que l'air se trouve en contact intime avec la décharge pour s'ioniser complètement.

Cette théorie semble parfaitement confirmée par le fait que le remplacement des étincelles par un appareil qui doit être sûrement plus chaud — comme, par exemple, un filament Nernst ou un radiateur électrique chauffé à blanc — ne produit absolument aucun effet.

En ce qui concerne les effets produits sur le gaz par les variations électriques survenant dans le circuit, nous avons effectué à ce sujet un grand nombre d'expériences, mais nous ne pouvons donner ici que les résultats généraux obtenus. Ces résultats sont les suivants :

Une augmentation de la fréquence accroît le rendement en ozone, comme l'a montré M. Prépognot (fig. 13), et abaisse la tension pour une intensité donnée traversant la boîte à étincelles.

Une augmentation de la vitesse du courant d'air ne semble pas abaisser la production, mais seulement la concentration.

Toute augmentation de la longueur d'étincelle accroît le rendement en oxydes d'azote.

Voilà pour les effets indépendants des différents types de décharge. Nous arrivons maintenant à la partie la plus importante du présent mémoire, à savoir la découverte que, bien que le gaz produit par les étincelles (peroxyde d'azote) soit précieux comme agent de blanchiment et de stérilisation, bien que le gaz produit par l'ozoneur (ozone),

oit également utile, une combinaison de ces deux gaz est encore bien plus active que l'un ou l'autre des deux éléments constitutifs.

En se reportant à la première partie du présent mémoire, on verra l'économie de l'appareil au moyen duquel on produit le gaz. On obtient ce gaz en faisant passer l'air, modifié par un ozoneur, dans une boîte dans laquelle se produit une décharge disruptive. Une analyse du gaz produit a déjà été donnée, et il ne reste plus qu'à examiner les caractéristiques spéciales de ce gaz.

Nous avons déjà noté un fait curieux, à savoir que les principales modifications produites par la boite à étincelles ne se discernent pas à l'extrémité de la boite elle-même, mais bien en un point du tube situé à environ 0,90 m de la boite. Ce fait vient à l'appui de la théorie déjà donnée pour la production du peroxyde d'azote. Au delà de cette distance (0,90 ou 1,20 m) les analyses du gaz ne révèlent aucun changement; et c'est un fait indubitable que, même après que le gaz a parcouru

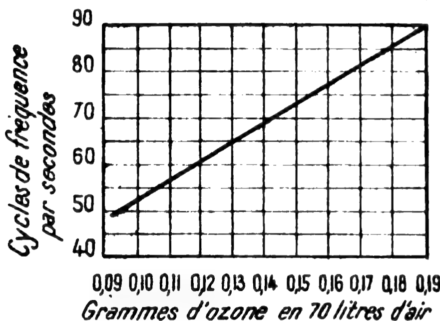


Fig. 13.

plusieurs fois la distance de 0,30 m dans le tube, on trouve encore des traces d'ozone et de peroxyde d'azote. Nous considérons ce fait comme très important, car des chimistes éminents (Sir James Dewar et d'autres) ont dit et répété qu'un pareil état de choses est impossible, c'est-à-dire que des oxydes d'azote et de l'ozone ne peuvent exister simultanément. Cette existence simultanée de deux gaz bien connus comme se détruisant mutuellement est probablement la cause de l'extraordinaire activité du composé. A titre d'exemple de l'effet énorme que possède ce mélange gazeux, l'on peut noter ici que l'air modifié, ayant la composition indiquée dans la section I, et débité à raison de (2,831 m³) par minute, donne une belle couleur blanche à 3 tonnes de farines en 1 heure. C'est là un résultat merveilleux, si l'on tient compte des proportions des agents de blanchiment employés.

Afin d'essayer de déterminer par quels moyens ce produit fournit des résultats aussi étonnants, de très nombreuses expériences ont été exécutées tant par les auteurs du présent mémoire que par M. J.-S. Peachey, de l'Ecole de technologie de Manchester. Il est intéressant de rechercher, avant tout, si le blanchiment obtenu est dû à l'oxydation. Afin de faire sur ce point les constatations utiles, on a mis en contact, avec la farine traitée, de l'ozone que l'on avait débarrassé avec soin de toute trace d'oxyde d'azote par un lavage complet au moyen d'acide sulfurique pur concentré. *Résultat : La farine a été blanchie.* On obtenait un effet exactement semblable lorsque la matière colorante de la farine était séparée des autres éléments constitutifs et traitée avec de l'ozone pur. L'action constatée peut donc être attribuée à l'oxydation.

En second lieu, il est intéressant de savoir si l'ozone et les oxydes d'azote agissent de façon identique comme agents de blanchiment. Jusqu'ici ce n'est pas absolument certain; mais ce qu'on ne saurait contester, c'est que l'effet produit par les deux corps est différent. L'ozone, n'a d'autre effet que celui de blanchir tandis que les oxydes d'azote ne blanchissent que jusqu'à un certain degré, au-delà duquel ils rendent la farine de plus en plus noire, jusqu'à ce qu'elle prenne enfin la

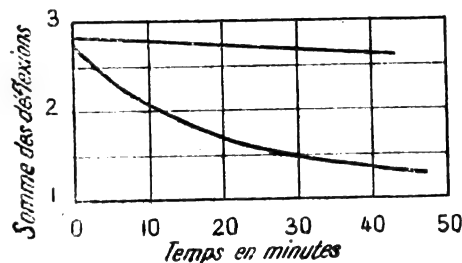


Fig. 14.

couleur de la sépia. Ce dernier effet est probablement dû à l'action de l'acide azotique qui s'est formé.

Autant que nous avons pu nous en rendre compte jusqu'ici, les oxydes d'azote et l'ozone blanchissent semblablement la farine, quoique les premiers exercent encore des effets, autres que le blanchiment.

En troisième lieu, nous nous demandons pourquoi les deux gaz, quand ils sont produits électriquement, se trouvent être à tel point plus puissants que l'un ou l'autre des deux gaz, agissant isolément.

Deux théories sont possibles, à savoir :

1) Que la petite proportion d'oxydes d'azote agit comme un transporteur entre l'ozone d'une part et la farine de l'autre. Il se peut que, par ce moyen, l'ozone se trouve plus facilement dilué, et les auteurs du présent mémoire ont certains motifs pour pencher vers cette opinion. L'action est alors une oxydation, mais une oxydation en partie catalytique.

2) Que, par le passage dans la boite à étincelles, l'ozone est rendu beaucoup plus actif parce qu'il se trouve être bien plus ionisé. La figure 13 montre que l'ionisation est plus grande dans la boite à

étincelles que dans l'ozoneur. On a pensé que la question pourrait être tranchée une fois pour toutes en produisant l'ozone chimiquement et non électriquement De l'ozone pur a donc été préparé avec soin par M. Peachey au moyen de l'action bien connue du phosphore, et on a constaté que cet ozone pur blanchissait parfaitement; mais des essais avec l'électroscope ont permis de constater que cet ozone était ionisé, ainsi que le montre la figure 13, en sorte que l'expérience n'a pas permis d'arriver à une conclusion. Les recherches sur ce sujet sont encore en voie d'exécution, et les auteurs du présent mémoire ne peuvent qu'inviter les chimistes qui possèdent quelque pratique de ce genre de travaux de vouloir bien exprimer leur opinion sur chacune des théories ci-dessus.

Nous pouvons cependant réunir ici, à l'usage du chimiste praticien, les résultats obtenus au cours de nos recherches, résultats qui peuvent avoir quelque utilité pour tous ceux qui cherchent à résoudre le problème de la fixation électrique de l'azote ou de la production économique de l'ozone.

Les conclusions auxquelles tendent nos expériences sont les suivantes :

(a) Afin de tirer de l'air de bons rendements en oxydes d'azote, il n'est pas indispensable d'utiliser une température très élevée. De très minces décharges électriques produites entre de nombreuses paires de pointes (ces dernières étant écartées autant que l'isolation le permettra et alimentées par du courant alternatif de haute fréquence) donneront probablement les résultats les plus économiques. Par ce moyen, de longues flammes d'azote en combustion pourront être produites; ces flammes ne paraissent pas avoir une température approchant de celle de l'arc, mais donnent néanmoins tout autant d'oxydes d'azote avec une dépense plus faible de puissance Il faut rechercher de bons résultats, non pas par un accroissement de l'intensité du courant alimentant ces pointes, mais bien par une augmentation du nombre des paires de pointes utilisées.

L'emploi d'un courant d'air pour étendre ces décharges est certainement à préconiser; mais la limite de la vitesse de ce courant d'air est déterminée par les oscillations ainsi établies dans le circuit, car, au-dessus d'un certain point, aucun isolateur, de ceux que l'on rencontre dans le commerce, ne supportera l'effet de ces oscillations.

Les pointes à employer doivent avoir une forme conique et des proportions telles qu'elles ne brûlent pas facilement. L'acier est peut-être la meilleure substance à employer.

(b) Afin d'obtenir de bons rendements en ozone, il faut amener les décharges électriques à se produire entre des arêtes ou des pointes, en commandant ces décharges au moyen d'une haute résistance ou impédance, en sorte qu'elles ne puissent prendre la forme de décharge concentrée, au point de se transformer, sous l'action du courant d'air, en une flamme. Il convient d'employer un courant alternatif de haute fréquence et d'éviter la production d'oxydes d'azote; l'air fourni doit être sec, pur et froid, et il faut prendre toutes précautions pour maintenir froid tout l'appareil, car, avec une température élevée, l'ozone est immédiatement détruit. On peut augmenter l'intensité jusqu'à ce qu'aucune décharge jaune n'apparaisse et qu'il ne se produise aucun échauffement sensible de l'appareil. Afin de rendre l'appareil aussi économique que possible, il faut avoir une distance explosive très grande, car alors la perte dans la résistance de réglage est proportionnellement moindre, tandis que la tension de l'ensemble est proportionnellement plus élevée. Les auteurs du présent mémoire estiment que l'observation des conditions ci-dessus tendra sensiblement à donner une application commerciale économique des décharges électriques.

Essais biologiques. — Un certain nombre d'essais ont eu lieu pour démontrer l'effet stérilisant du gaz. Voici, tels que les donne M le Dr F. M. Blumenthal, les principaux résultats obtenus. On a constaté que les microorganismes étaient, dans 1 gr des matières suivantes, au nombre de :

Farine de seigle blanchie.	Farine de seigle non blanchie.
1600	2400
Farine de froment blanchie.	Farine de froment non blanchie.
170	540

On voit donc que la farine est partiellement stérilisée, et ce fait accroit très considérablement la valeur du procédé, puisqu'il augmente d'autant les propriétés conservatrices de la substance traitée.

LE FREINAGE DES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

Pendant ces douze derniers mois, les accidents survenus du fait des tramways électriques ont été sérieux et trop nombreux en Angleterre. Il en est résulté des discussions sans fin, dans le monde des ingénieurs de traction et parmi tous ceux qui, de près ou de loin, sont intéressés dans les installations de tramways électriques, relativement au freinage et aussi à la responsabilité qui incombe au mécanicien. Ce sujet a naturellement été traité au congrès annuel de l'association des tramways municipaux qui vient de se terminer à Leeds; le président, M. J.-B. Hamilton, administrateur du réseau municipal de Leeds, rappelle l'*épidémie* d'accidents survenus sur les tramways dans la descente de la colline sur laquelle est bâtie la ville. Dans les deux principaux cas, les rampes étaient de 1/22 et de 1/11; les freins agissaient sur les rails en plus des freins ordinaires méca-

niques appliqués sur les roues. Ces accidents furent dus tous les deux à une erreur de jugement du mécanicien et à sa trop grande confiance; il avait atteint une vitesse trop grande avant d'appliquer les freins. M. Hamilton fait remarquer que ces accidents ont excité comme de coutume la verve des inventeurs qui ne manquent jamais, après coup, de découvrir la panacée universelle. Généralement leur méthode consiste à arrêter la voiture d'une manière si violente, quelle que soit la vitesse, que le remède est souvent pire que le mal. Un frein parfait doit être rapide et sûr dans son action, simple et robuste dans son mécanisme et ne pas être brutal dans ses effets. Le moment opportun du freinage doit résulter des observations et du jugement du mécanicien et c'est justement par le manque de ces qualités essentiellement variables puisqu'elles sont humaines que la plupart des accidents surviennent. Un autre travail sur les freins de tramways a été présenté par M. Henry Mozley, l'administrateur général des tramways de la corporation de Burnley; il décrit en détail le résultat de ses expériences réalisées avec différentes formes de freins et en déduit de très intéressantes conclusions.

Les voitures de Burnley, sur la ligne principale, sont à impérial et à bogies montées sur trucks Brill et munies de moteurs Thomson-Houston; leur poids est de 12,5 tonnes et contiennent 70 voyageurs assis, elles pèsent en pleine charge 17,5 tonnes; elles n'ont subi aucun accident du fait des freins qui consistent en freins à main avec quelques perfectionnements spéciaux. Sur une autre ligne, les voitures sont un peu plus lourdes, c'est pourquoi sur des rampes accentuées des freins puissants ont été nécessaires et l'on a fait à cet effet des études spéciales. Les freins mécaniques ont été laissés de côté et des freins magnétiques furent essayés; ce sont les résultats de ces essais qui ont été consignés dans le travail de M. Mozley. Brièvement il énumère les conclusions auxquelles il est arrivé.

1° Que les voitures à bogies sont plus faciles à manœuvrer sur les plans inclinés que les voitures à essieux rigides, indépendamment du caractère des freins employés.

2° Que les freins magnétiques et spécialement ceux qui agissent sur les roues sont insuffisants pour les tramways; ils peuvent être considérés comme d'utiles auxiliaires aux freins rhéostatiques et non pas comme des freins distincts et indépendants; ils sont préjudiciables au fonctionnement des moteurs et incertains dans leur action.

3° Que les seules formes de freins qui offrent une sécurité de manœuvre sur les rampes dépassant 1/14 sont : (*a*) le frein à main avec son levier ordinaire actionnant des sabots de fonte s'appliquant sur les roues; (*b*) les freins de voie avec leviers et des patins de fonte; (*c*) les freins rhéostatiques en cas de danger seulement.

Au cours des critiques et objections émises, M. L. Fell, l'administrateur des tramways du Conseil du Comté de Londres. déclare que M. Mozley, dans ses conclusions, n'est pas d'accord avec les ingénieurs qui ont expérimenté les freins magnétiques qui sont maintenant et depuis 1903, époque des essais de M. Mozley, munis de tous les perfectionnements désirables. M. Fell trouve, d'après ses propres expériences, que les freins magnétiques ne sont pas incertains et que leur action ne peut enrayer la roue d'une manière dangereuse. Des voitures ont été manœuvrées à l'aide de ces freins d'une manière absolument parfaite sur des rampes plus dures que celles de Burnley.

A l'école d'apprentissage des tramways du Conseil du Comté de Londres, on insiste sur la méthode employée pour conduire des voitures avec des freins magnétiques qui sont adoptés pour le services courant, tandis que le frein à main n'est employé que comme dernière ressource. Il peut citer un frein qui a été expérimenté avec succès et qui peut arrêter instantanément une voiture marchant à une vitesse variant de 2 milles à 25 milles à l'heure sur une rampe quelconque et cela sur une distance extrêmement restreinte. Quelle que soit la valeur de l'effet de freinage des trois types d'appareils, un effort additionnel de plus de 40 0/0 est obtenu avec le frein magnétique. Comme preuve de son efficacité, M. Fell montre que ces sortes de freins sont adoptés sur plus de 3000 voitures et que si, par hasard, de vieux modèles installés sur les lignes de Burnley ont été insuffisants, les nouveaux types sont bien différents et les ingénieurs ont absolument foi en eux, grâce aux progrès accomplis. Il est certain qu'avec les freins magnétiques, les accidents sont et seront extrêmement rares.

D'autres orateurs apportent leur témoignage en faveur des freins mécaniques à patins et l'un d'eux déclare que bon nombre d'accidents ont été dus à la terreur du mécanicien qui ne savait comment employer le frein magnétique. Un autre assure que sur 40 voitures munies de freins magnétiques, aucune n'eut à souffrir de dommages survenus aux induits des moteurs, détérioration affirmée par M. Mozley; quant au frein rhéostatique, ajoute-t-il, c'est le plus détestable des freins, en cas de danger. MM. Spencer et Halifax ne sont pas favorables aux freins magnétiques, à moins qu'ils ne soient alimentés par le fil de trolley. Un autre orateur, enfin, approuve M. Mozley dans sa proposition de sabots de frein en fonte remplaçant les patins en bois.

A. H. B.



SUR LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DU SÉLÉNIUM (1)

Les changements d'état que subit le sélénium sous l'influence de la chaleur, de la lumière ou de la pression, peuvent être mis en évidence par la mesure de sa conductibilité. Quand le changement s'effectuera rapidement, un thermomètre plongé dans une masse de sélénium pourra nous l'indiquer aussi. La thermochimie nous a fourni également des données précises.

Exposant une lame de sélénium à l'action d'une lampe à incandescence de 10,4 bougies à 1 m de distance, pendant 5 secondes, la résistance initiale de 750 000 ohms se trouve réduite à 425 000 ohms. Le retour à l'état initial s'effectue lentement. Au bout de 10 secondes, la résistance est de 565 000 ohms, de 30 secondes 620 000, de 1 minute 680 000, de 9 minutes 690 000. Le retour à la valeur initiale n'est obtenu qu'au bout de 20 minutes.

Pour une exposition à la lumière de 1 minute, la résistance est sensiblement réduite de moitié, mais le retour à la valeur initiale exigera 3 heures 30 minutes.

Une exposition beaucoup plus longue à la lumière diminuerait encore la résistance, mais d'une petite fraction. L'action de la lumière produit donc une modification rapide; le retour à l'obscurité s'effectue lentement.

Chauffons du sélénium vitreux, il se transformera avec dégagement de chaleur. Cette transformation s'effectue avec une vitesse qui va en croissant avec la température.

La conductibilité du sélénium augmente jusqu'à 174°. Par refroidissement, la conductibilité du sélénium tend à reprendre la même valeur à la même température, mais très lentement. Du sélénium porté à 132° ne pourra reprendre, à 71°, la conductibilité qu'il possédait à cette même température que 14 heures après.

Sous l'influence de la chaleur, nous avons donc également deux transformations en sens inverse : l'une rapide quand la température s'élève, l'autre très lente quand la température s'abaisse.

De ce fait, le sélénium présentera en général une conductibilité résiduelle considérable. Il tend à prendre son état d'équilibre à une température donnée, avec une vitesse dépendant de cette température. Chauffons un échantillon de sélénium transformé : sous l'influence d'une élévation de température, nous produisons une augmentation de conductibilité, mais nous augmentons en même temps la vitesse de transformation résiduelle, le retour à l'équilibre. Un échantillon qui présentait à 17° une résistance de 32 500 ohms n'en présente plus que 29 700 à 24° minimum; la résistance augmente ensuite jusqu'à 40 000 ohms à 51°, pour décroître lentement jusqu'à 32 000 à 95°. (Durée de l'expérience : 1 heure.)

Au-dessus de 174°, la conductibilité du sélénium diminue. A 200°, par exemple, nous pouvons constater que la diminution, très rapide d'abord, s'atténue ensuite. Elle ne paraissait pas complètement terminée trois heures et demie après. Par refroidissement rapide du sélénium fondu, nous éviterons en grande partie la transformation inverse : nous obtenons le sélénium vitreux.

Au point de vue de la conductibilité électrique, la lumière produit sur le sélénium le même effet qu'une élévation de température. Un échantillon de sélénium possédant une grande conductibilité résiduelle est insensible à l'action de la lumière. Il sera sensible si cette conductibilité résiduelle est faible. La sensibilité du sélénium aux différentes températures dépend à la fois de cette conductibilité résiduelle et de l'intensité lumineuse. Avec un échantillon très résistant et pour lequel une lampe à incandescence de 37,5 bougies à 1,25 mm produisait une variation de 70 0/0 de la résistance totale, cet échantillon devenait insensible à la température de 100°. Ceci représente le résumé de nombreuses observations pendant lesquelles 2000 mesures ont été effectuées.

Maurice Coste.

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, le 26 novembre 1906.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 19 NOVEMBRE 1906

M. Poincaré présente une note de M. Jean Becquerel *sur une théorie des phénomènes magnéto-optiques.*

SÉANCE DU 26 NOVEMBRE 1906

M. G. Lippmann présente une note de M. Maurice Coste *sur la conductibilité électrique du sélénium* (1).

BIBLIOGRAPHIE

Moteurs électriques à courant continu et alternatif. *Théorie et construction*, par Henry M. Hobart, traduit de l'anglais, par F. Achard. Un volume, format 28,5 × 19 cm, de 450 pages, avec 526 figures et 2 planches. Prix, broché : 25 francs (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

L'ouvrage de M. Hobart a été non seulement traduit, mais encore complété par M. Achard, et l'édition française de ce consciencieux travail trouvera certainement auprès des électriciens français l'accueil qu'elle mérite.

(1) Voir le texte de cette note, page 398 du présent numéro.

L'étude des moteurs électriques a fait déjà l'objet de nombreux ouvrages. Mais la plupart nécessitent une application de connaissances mathématiques élevées. L'ouvrage de M. Hobart, au contraire, a été conçu dans un esprit essentiellement pratique, l'auteur s'efforçant de mettre en relief les questions les plus importantes en les présentant sous une forme qui permet de renoncer presque entièrement à l'emploi des formules algébriques. La question de la commutation dans les moteurs à courant continu est, entre autres, traitée par une méthode très simple; et la déduction, faite sur un exemple numérique, de la théorie du moteur asynchrone triphasé, est également à signaler.

L'absence de formules est d'ailleurs compensée par une riche série d'exemples numériques où les calculs entiers de moteurs de différentes provenances sont développés dans tous leurs détails. C'est là le guide le plus sûr qu'un calculateur novice puisse rencontrer, tandis que le praticien trouve un vif intérêt à comparer ces exemples avec le fruit de sa propre expérience.

Au moment de la publication de l'édition anglaise, certaines questions n'avaient pas toute l'importance qu'elles ont acquise depuis et, pour cette raison, n'avaient pas été traitées. Tel est le cas pour l'usage des pôles de commutation dans les machines à courant continu, et pour le développement du moteur monophasé à collecteur. Ces lacunes ont été comblées dans l'édition française, qui contient un chapitre sur chacune de ces questions.

Entre temps, l'auteur avait entrepris une série de recherches relatives à la prédétermination du prix de revient des moteurs; une place leur a été également réservée dans l'édition française.

En résumé, le présent ouvrage s'adresse aussi bien aux praticiens, qui y trouveront d'utiles indications, qu'à l'étudiant qui, grâce à la clarté des méthodes d'exposition, pourra se faire une idée plus complète des phénomènes qu'il étudie, et profiter alors plus efficacement des leçons de la théorie

-oo-

Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons, rédigées par la Chambre Syndicale des industries électriques. Brochure, format 21 × 13,5 cm, de 24 pages. Prix : 0 fr. 75 (Paris, Imprimerie et librairie Chaix).

La Chambre syndicale des industries électriques vient de faire paraître une nouvelle édition (1906) des « instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons ».

Ces instructions, contenues dans une brochure de 24 pages d'un format facile à mettre en poche, ont pour but de préciser les principes dont l'application judicieuse garantit une installation contre la plupart des chances d'accident et d'unifier, autant que faire se peut, les prescriptions inscrites à cet effet dans les cahiers des charges imposés aux entrepreneurs La précision des termes ne donne à ce travail aucun caractère restrictif et n'exclut aucune disposition nouvelle, aucun des progrès qui surgissent chaque jour dans cette industrie.

MM. les électriciens, entrepreneurs et architectes trouveront dans ces instructions des renseignements utiles à la bonne exécution des installations électriques qu'ils auront à réaliser, à diriger ou à vérifier.

Nous ne saurions trop recommander cette brochure à l'attention de tous les électriciens qui y trouveront des renseignements de la plus grande utilité.

-oo-

Manuel de l'apprenti et de l'amateur électricien. Cinquième partie : *l'éclairage électrique dans l'appartement et dans la maison*, par H. de Graffigny. 1 vol. format 18 × 12,5 cm, de 132 pages, avec figures et plans de pose en couleur. Prix : 2 francs (Paris, Bernard Tignol, éditeur).

Ouvrage élémentaire qui donne des indications pratiques sur les installations privées d'éclairage électrique.

-oo-

La télégraphie sans fil et la télémécanique à la portée de tout le monde, par E. Monier, avec préface du Dr Branly. Un volume, format 19 × 12,5 cm, de 120 pages, avec figures. Prix : 2 francs (Paris. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

Excellent ouvrage de vulgarisation qui permet d'acquérir des connaissances générales suffisamment précises pour comprendre le principe des installations de télégraphie sans fil.

Au moment où la question de télégraphie sans fil présente un grand intérêt, ce livre sera utilement consulté par tous ceux qui veulent se mettre au courant de cette question. L'auteur rappelle avec précision les principes d'électricité qui se rapportent à ces récentes découvertes, et par des figures très simples, fait saisir d'un coup d'œil les organes essentiels des appareils.

Voici d'ailleurs comment s'exprime M. Branly dans la dernière phrase de sa préface :

« En ne faisant intervenir que des connaissances élémentaires, M. Monier a réussi à donner une idée suffisamment précise et complète de la télégraphie sans fil; il faut le féliciter de n'avoir pas cédé à la tentation d'étaler un lourd bagage scientifique abstrait. Ceux qui auront la bonne fortune de lire son ouvrage lui devront une grande reconnaissance, car ils connaîtront ce que l'on sait de la question après n'avoir eu que peu d'efforts à faire. »

-oo-

Manuel de manipulation d'électrochimie, par M. C. Marie, avec préface de M. H. Moissan. Un volume, format 25 × 17 cm, de XII-166 pages avec 57 figures. Prix, broché : 8 francs (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

Le *Manuel de manipulations d'électrochimie* de M. Charles Marie est divisé en deux parties.

La première comprend les définitions et les lois générales, la description des appareils de mesure, des cuves à électrolyse, des électrodes et des diaphragmes.

La seconde partie traite d'abord des mesures électriques et ensuite des manipulations électrochimiques en chimie minérale et en chimie organique. C'est la partie importante de l'ouvrage.

Le choix des manipulations permet aux élèves de se rendre un compte exact de l'importance et de la fécondité des méthodes électrochimiques.

Toutes ces expériences ont été répétées un grand nombre de fois : elles sont simples et pratiques. Enfin, une série de tables numériques permet le calcul rapide des différents problèmes que soulèvent ces manipulations.

Nous estimons, dit M. Moissan dans sa préface, que ce livre rendra de réels services, non seulement aux élèves de l'Institut de Chimie appliquée pour lesquels il a été écrit, mais encore à tous ceux qu'attirent ces nouvelles applications de l'électrochimie et qui ne se contentent pas de notions vagues, mais qui veulent tirer de l'expérience tout ce que cette dernière peut donner.

Cet ouvrage sera d'autant plus utile qu'il est publié au moment où l'électrochimie prend un développement industriel de plus en plus grand, bien que l'on ne doive pas la considérer comme une panacée universelle, capable de résoudre toutes les questions.

Ce livre aidera donc à l'enseignement de l'électrochimie d'une façon véritablement utile.

CHRONIQUE

Les installations électriques domestiques et leurs dangers.

M. le docteur Jellinek, de Vienne, a fait cette année à Genève, devant le Congrès international, pour la salubrité et la police sanitaire de l'habitation qui s'est réuni dans cette ville, une intéressante conférence sur les installations électriques domestiques, envisagées au point de vue de l'hygiène. L'*Elektrotechnische Anzeiger* donne, de cette conférence, l'analyse ci-après :

Le conférencier s'est surtout attaché à rechercher dans quelle mesure l'énergie électrique comporte des dangers dans les immeubles habités. Les données statistiques montrent que l'emploi de l'électricité, dans la maison moderne, n'entraîne généralement pas plus de risques que celui du gaz, de la vapeur, etc. Une étude approfondie sur les inconvénients résultant des installations électriques domestiques peut se diviser en trois parties principales correspondant à ces trois questions : 1° Quel est le genre d'installation, quelle est la tension dangereuse? En quel point des dispositifs électriques des accidents se sont-ils produits jusqu'ici et comment ces accidents prennent-ils naissance? Quels perfectionnements convient-il d'apporter aux installations existantes pour améliorer le caractère hygiénique de nos habitations?

Relativement au premier point, M. le Dr Jellinek a établi une formule mathématique de laquelle on peut déduire, pour chaque cas, si une tension électrique donnée doit ou non porter des atteintes graves à la santé ou encore entraîner des lésions mortelles. A propos de la résistance que rencontre le courant électrique, il remarque que c'est l'état du plancher, dans les pièces éclairées électriquement, qui offre la plus grande importance pour la naissance et le développement des accidents : il convient donc de distinguer, sous ce rapport, entre les pièces à l'abri des atteintes du courant et celles exposées aux méfaits du même courant. Parmi ces dernières figurent les vestibules, les caves, les buanderies et les salles de bain, en raison de leur connexion plus intime avec le sol. Mais même dans les pièces plus élevées, un plancher en dalles de pierres ou la présence de poutres en fer peut accroître les risques.

En étudiant la question des endroits les plus exposés à devenir dangereux, on constate que les accidents peuvent se diviser en trois catégories : ceux survenant aux montures de lampes, aux prises de courant, sur les tableaux et sur les canalisations; puis, les accidents particuliers; et, enfin, ceux dus à des causes indirectes. A propos de ces différentes sources de dangers, le conférencier a produit des exemples éminemment instructifs. Il estime que les montures de lampes nécessitent encore d'importants perfectionnements pour que l'on arrive à réaliser un type irréprochable. Dans la catégorie des accidents spéciaux, M. le Dr Jellinek classe ceux occasionnés par les courts-circuits qui se produisent sur le téléphone et par d'autres circonstances de même espèce. Enfin, parmi les accidents indirects, il signale la contamination, par des sels de plomb, des eaux potables venant des conduites dans lesquelles des courants électriques, dits parasites ou vagabonds, ont occasionné une décomposition de l'oxyde de plomb aux joints.

En formulant certaines conclusions en vue d'atténuer les dangers par lui passés en revue, le conférencier recommande de déterminer, pour chaque immeuble, s'il s'y rencontre des pièces présentant des risques au point de vue électrique et quelle est la nature de ces risques, eu égard au caractère de la construction. Dans ces pièces, il convient d'aménager les installations électriques avec des précautions spéciales : c'est ainsi que, dans les caves et les salles de bain, par exemple, il ne faudrait employer aucune lampe électrique à pied ou portative, en se contentant d'un éclairage produit par une lampe suspendue au plafond. Naturellement, il est indispensable de toujours consacrer le plus grand soin à la pose des conducteurs. De plus, on ne doit pas hésiter à sacrifier les considérations esthétiques en plaçant les fils de canalisation dans des moulures ou tout au moins en laissant des points de repère très nets, de manière à pouvoir déterminer exactement le parcours de ces fils. Quant aux lampes à incandescence, elles doivent pouvoir se remplacer sans qu'un contact avec les mains soit nécessaire, ou tout au moins il faut rendre ce contact exempt de risques. Enfin, le courant alternatif semble préférable au courant continu au point de vue hygiénique. — G.

Graphite artificiel.

D'après *the Western Electrician*, M. E.-G. Acheson, après six années d'expériences, aurait trouvé un procédé pour produire, dans le four électrique, différentes variétés de graphite plus mou que celui obtenu jusqu'ici, et il entreprendrait prochainement, à Niagara Falls, la fabrication ndustrielle de ces nouveaux produits ayant des qualités spéciales comme lubréfiants.

A. B.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

Paris. — L. de Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques.

2e Série — Tome XXXII. VINGT-SIXIÈME ANNÉE. — N° 885 29 Décembre 1906

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1906

La Couverture du 32e volume (Juillet-décembre 1906) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe.

PYROMÈTRES A RADIATION

La mesure des hautes températures devient de jour en jour plus précise; les remarquables travaux exécutés ces dernières années par les physiciens allemands Lummer, Pringsheim, Rubens, Paschen et Wanner qui ont vérifié les idées théoriques de Stephan Boltzman et Wien ont permis d'atteindre un certain degré de précision dans ces mesures qui, jusque-là, n'étaient que des estimations approximatives quant à la valeur absolue et n'avaient d'intérêt réel qu'au point de vue comparatif.

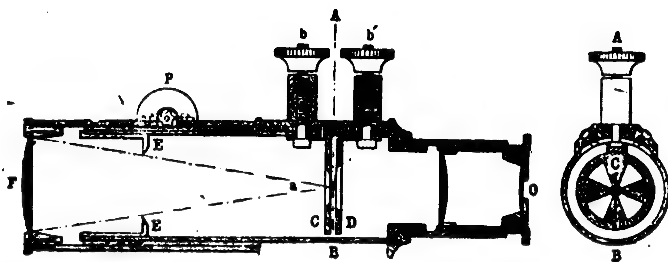


Fig. 1. — Pyromètre Féry.

Des appareils, fondés sur la loi de Stephan, ont été créés récemment.

Dans ces appareils, une surface noire reçoit et absorbe les radiations du corps radiant dont on veut mesurer la température; cette surface peut être constituée, soit par la soudure d'un couple thermo-électrique, soit par les fils d'un bolomètre, soit par un bras d'une balance radiométrique. En pratique, c'est la première solution qui est généralement adoptée.

Nous signalerons le pyromètre à radiations de Féry qui donne des mesures exactes entre 800° et 1600° : les erreurs étant seulement de 1 0/0 pour le corps noir radiant théorique.

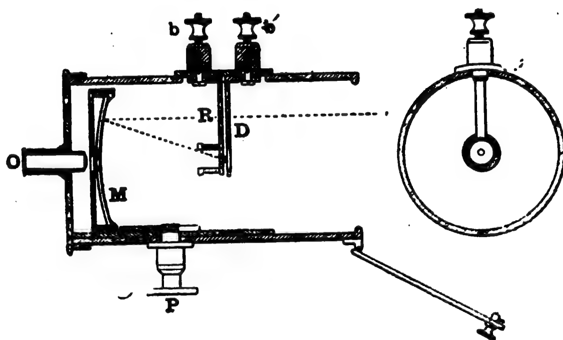


Fig. 2. — Autre modèle de pyromètre Féry.

Les figures 1 et 2 représentent deux types de ce pyromètre.

Dans l'appareil de la figure 1, l'image du corps radiant, produite par une lentille, soit en fluorite, soit en verre spécial ayant un faible coefficient d'absorption dans l'infra rouge est reçue sur la surface noire absorbante; la température de cette surface est mesurée par un couple thermo-électrique et un galvanomètre portatif. Ce modèle de pyromètre ne permet pas d'apprécier avec exactitude des températures inférieures à 900°. Pour augmenter cette sensibilité, on remplace la lentille par un miroir concave, comme il est indiqué sur la figure 2; on peut ainsi évaluer la température à partir de 600°. Ces deux modèles de pyromètres sont munis d'un oculaire qui permet de voir si l'image du corps radiant se forme bien sur la petite surface réceptrice. Tant que cette image est de dimensions supérieures à la surface réceptrice, la lecture du pyromètre est indépendante de la distance au corps radiant parce que, dans ce cas, la radiation totale reçue par la lentille ou par le miroir, ainsi que la surface de l'image, varient toutes deux en raison inverse du carré de la distance au corps radiant et que, par conséquent, l'intensité de l'image est constante.

La loi de Planck, qui exprime l'énergie radiante en fonction de la température pour une courbe isochromatique permet également de déterminer les températures élevées. Cette loi peut être écrite $\log E = c + \frac{d}{T}$ où E représente l'énergie radiante pour une longueur d'onde déterminée, T la température absolue et c et d, des constantes. Si l'on porte log E en ordonnées et $\frac{1}{T}$ en abscisses, on obtient pour les diverses longueurs d'onde des lignes droites telles que celles de la figure 3. Les pyromètres optiques sont basés sur cette loi.

Parmi ces appareils qui sont, en somme, des spectro-photomètres de forme simple, nous citerons le pyromètre de le Chatelier, le pyromètre à absorption de Féry, les appareils de Wanner et Lummer. La forme la plus pratique de ce genre de pyromètre est due à Holborn et Kurlbaum; la figure 4 représente cet appareil.

Une image du corps radiant est formée dans

le plan focal d'un télescope et est superposée au filament d'une petite lampe électrique à incandescence placée dans le même plan. On fait varier le courant dans le filament de la lampe jusqu'à ce que celui-ci, observé par l'oculaire de l'appareil, ne puisse plus être distingué de l'image du corps radiant. C'est l'intensité du courant dans le filament, nécessaire pour obtenir ce résultat, qui permet de mesurer la température. Avant d'étalonner l'instrument, il faut d'abord faire une étude de la relation entre la température du filament et le courant qui traverse celui-ci sur une vieille lampe. Il faut également étudier l'absorption par les verres et les surfaces réfléchissantes qu'on est obligé d'employer pour la mesure des très hautes températures. On place habituellement un verre rouge devant l'oculaire.

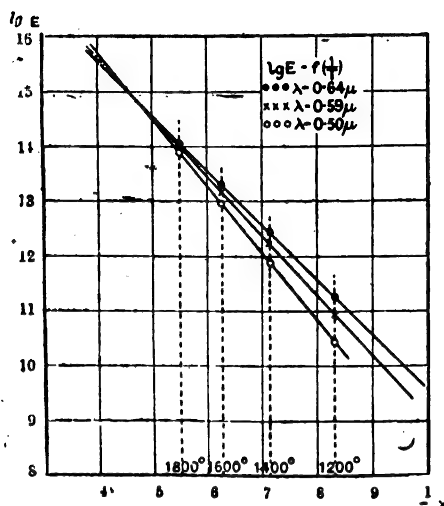


Fig. 3.

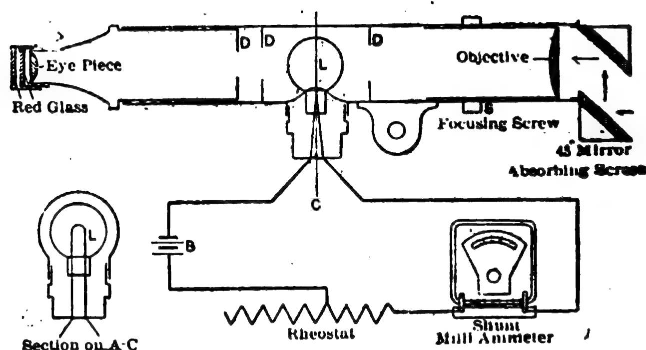


Fig. 4.

Voici quelques chiffres qui permettent de constater l'exactitude des indications de cet appareil, pour deux points de l'échelle, d'après Burgess.

Température donnée par		Température donnée par	
Pyromètre H et K.	Couple thermo-électrique.	Pyromètre H et K.	Couple thermo-électrique.
1347	1347	632	634
1351	1347	634	633
1343	1343	633	633
1333	1342	633	632
1342	1342		

A. B., d'après J.-B. Henderson.

PROSPECTION ÉLECTRIQUE
DES FILONS MÉTALLIFÈRES

Depuis quelques années, depuis 1901 exactement, on discute sur la possibilité de déceler, par des procédés électriques, la présence de gisements métalliques, et d'en déterminer rapidement la direction et la richesse. L'intérêt qui s'attache nécessairement à cette discussion et la solution pratique de ce difficile problème sont facilement compréhensibles, si l'on envisage les longs et coûteux travaux qu'exige cette détermination par les moyens ordinaires : sondages, tranchées, etc. Nous avons résumé, à cette époque (1), dans ces mêmes colonnes, le principe

(1) Voir *Electricien*, 1902, 1er semestre, p. 9.

qui préside à la méthode électrique, telle que son inventeur l'avait tout d'abord conçue, et sans vouloir y attacher plus d'importance qu'elle ne paraissait en avoir, nous avions mentionné cette curieuse innovation, en souhaitant que l'application pratique vienne sanctionner et affirmer au plus tôt les déclarations, alors hypothétiques, de l'inventeur, M. Frédéric H. Brown. Mais, peu de temps après, les brevets garantissant cette découverte furent achetés par une compagnie de Chicago, l'Electric Metal Locating Ore C°, qui, après essais, reconnut l'application possible de ce procédé, et s'en servit, paraît-il, avec succès dans plusieurs explorations, notamment dans le Michigan, le Wisconsin et le Minnesota.

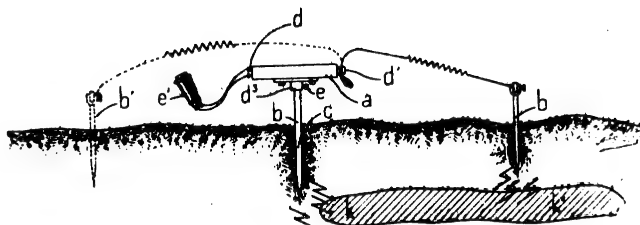


Fig. 1.

Ces premiers succès provoquèrent l'apparition de plusieurs autres procédés analogues, parmi lesquels on doit citer le système préconisé en 1903, par MM. Leo Daft et Alfred Williams qui, en Angleterre, se sont livrés à des expériences également satisfaisantes.

Si, de la foule des inventions ayant ce même but, nous ne retenons que les deux procédés mentionnés ci-dessus, nous remarquerons que, par une étrange coïncidence que relève notre confrère de Chicago, *Western Electrician*, deux nouveaux brevets modifiant et perfectionnant les premiers dispositifs, ont été pris presque simultanément, les 10 et 17 août dernier, l'un au nom de MM. Daft et Williams de Wimbledon, (Angleterre), et l'autre, au nom de M. Brown de Los Angelos (Californie). Nous allons voir brièvement en quoi consistent ces nouveaux dispositifs.

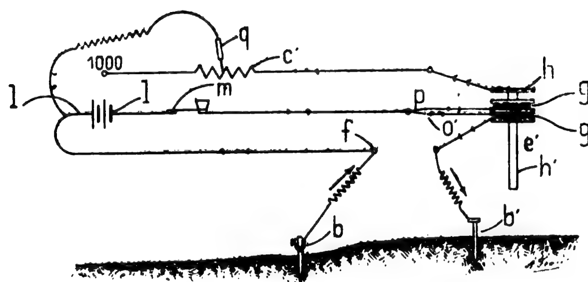


Fig. 2.

Le principe de la méthode Brown repose sur la mesure de la résistance du sol, dans les environs supposés du gisement métallifère, au moyen d'un dispositif spécial simplifiant les circuits et connexions ordinairement employés avec le pont de Wheatstone. Un téléphone récepteur, avec bobines à enroulement différentiel, indique, par des signaux perceptibles à l'observateur, la résistance ohmique minimum, présentée par une longueur de terrain déterminé.

D'après le croquis, figure 1, nous voyons que l'appareil *a* est fixé sur l'extrémité supérieure d'une tige en fer *b*, au moyen d'une douille en bronze d^3 et d'une vis de serrage *e*. La tige *b* se trouve reliée électriquement de cette manière au circuit disposé à l'intérieur de la boîte; cette dernière contient, en effet, une petite batterie de piles primaires ou d'accumulateurs et une résistance à curseur ou à fiches; elle est munie extérieurement de deux bornes *d* auxquelles se fixent les conducteurs du téléphone récepteur et d'une troisième borne *d'*, sur la face opposée qui reçoit le conducteur de la deuxième tige *b*.

La figure 2 explicative nous montre le diagramme des connexions intérieures de cet appareil. Le téléphone récepteur *e* comporte, comme nous l'avons dit, deux bobines *g* et *g'* à enroulement différentiel enroulées sur l'aimant *h'* et placées en face du diaphragme *h*. Le courant de la source *i* traverse les deux circuits *lo* et *lo'*; le contact *q* peut glisser le long du fil de la résistance *c'* faisant partie du circuit *lo*. Il est évident que si la résistance du circuit *lo* est égale à celle du circuit *lo'*, deux courants de même intensité traverseront les bobines *g g'* et aucun son ne sera perçu dans le téléphone; le curseur ou le contact pourra donc être placé de manière à égaliser la résistance de ces deux circuits et le récepteur jouera le rôle du galvanomètre dans la méthode du pont de Wheatstone.

L'appareil est fixé sur la tige *b*, qui est elle-même enfoncée dans le sol; l'autre tige *b'* est également plantée dans le sol à une distance quelconque de la première et est reliée par un conducteur à la borne *d'* de l'appareil. La source d'énergie est mise en circuit au moyen d'un

commutateur et l'observateur, plaçant le téléphone à son oreille, déplace le contact le long du fil de la résistance *c′* jusqu'à ce qu'il n'entende plus aucun son, car il ne se produit plus aucune variation dans le champ magnétique du récepteur, par suite de l'égalité de résistance des deux circuits *lo* et *lo′*. Une échelle graduée en ohms indique, à ce moment, à l'observateur la valeur de la résistance du terrain compris entre les deux tiges *b b′*.

En déplaçant la tige *b′*, et en l'enfonçant en différents points régulièrement et méthodiquement espacés, la prospection du terrain environnant se continuera de la même manière, c'est-à-dire que l'observateur notera, à chaque opération, la résistance du terrain essayé. Le chiffre le plus faible, surtout lorsqu'il diminue brusquement, indiquera la présence et la direction du gisement métallique.

Le procédé de MM. Daft et Williams est tout différent de celui de M. Brown; il utilise la conductance du sol et présente une certaine analogie avec les premières expériences de télégraphie sans fil. On emploie à cet effet une bobine d'induction comme transmetteur et un résonateur comme récepteur; quatre électrodes, par groupes de deux, sont enfoncées dans le sol et si une veine métallique se trouve comprise entre ces électrodes, elle provoquera dans la propagation des ondes émises par le transmetteur, une perturbation qui sera enregistrée et nettement indiquée par le résonateur. Nous n'insisterons pas sur ce dernier système dont l'*Electricien* a parlé brièvement en 1903 (1) et que le brevet de 1906 n'a que très légèrement modifié. Disons seulement qu'il est la propriété de la Barrow Hematite and Steel C° qui prétend avoir obtenu des résultats rapides et fructueux; on aurait pu, paraît-il, déterminer ainsi des gisements de cuivre à Conisters en Cornouailles, des dépôts de galène dans le pays de Galles et des filons aurifères en Sibérie et dans l'Alaska.

Quelle peut être la supériorité de l'un de ces procédés sur l'autre, quelle est même la valeur réelle et pratique des deux systèmes, il est difficile de se prononcer. Celui de M. Brown semble, à première vue, plus simple et plus sûr que l'autre, bien que la présence d'un cours d'eau souterrain ou affleurant le sol, puisse provoquer également un abaissement subit de la résistance, et être la cause d'erreurs nombreuses.

De patientes observations, une suite méthodique d'essais et d'expériences répétés peuvent seules permettre de se former une opinion à ce sujet.

Mentionnons sans commentaires, en terminant, le principe d'un brevet tout récemment accordé en Amérique et que nous avons remarqué à cause de son originalité. L'inventeur, M. Edson Wolcott, de Golden (Colorado), dans les listes publiées par les revues étrangères, déclare qu'il arrive au même but que ses prédécesseurs, mais d'une manière beaucoup plus sûre en disposant dans le sol deux électrodes jouant le rôle de cathode et d'anode en présence d'un électrolyte (?). Les particules métalliques des filons cherchés suivront la loi commune et se déposeront, par suite de la décomposition électrochimique du minerai avoisinant, sur la cathode qui, non seulement, révélerait de cette manière, sans aucun doute, la nature, la richesse, la direction, la profondeur de la veine métallifère, mais encore en extrairait commodément le métal pur.

Georges Dary.

(1) Voir l'*Electricien*, 1903, 2e semestre, p. 23.

ESSAIS DE L'APPAREIL LEITNER-LUCAS
POUR L'ÉCLAIRAGE DES TRAINS

Comme nous l'a appris, il y a quelques mois, notre correspondant de Londres, le Great Western Railway a adopté pour l'éclairage de ses trains de chemins de fer, un système électrique qui lui donne toute satisfaction. Inventé par MM. Henry Leitner et Lucas, ce système comporte une dynamo suspendue sous le châssis de la voiture et entraînée par l'un des essieux; un conjoncteur-disjoncteur met la dynamo en charge sur une batterie d'accumulateurs, quand cela est nécessaire, et hors circuit pendant les arrêts. La courbe des caractéristiques de la dynamo accuse une tension presque absolument constante aux bornes, quelle que soit la vitesse du train, ce que l'on obtient par un dispositif spécial de balais complémentaires sur le commutateur et dont l'effet, en marche lente, est d'accroître l'intensité du courant d'excitation qui se trouve, au contraire, de plus en plus diminué à mesure que la vitesse s'accroît. Ce procédé a été trouvé de beaucoup supérieur à celui que l'on emploie le plus souvent et qui consiste à obtenir des glissements de la courroie d'entraînement à des vitesses élevées.

Après des essais pratiques réalisés sur des trains qui, pendant plusieurs mois, parcoururent une longueur totale de 200 000 milles, sans que le matériel ait souffert aucune détérioration, les constructeurs, la Compagnie des Accumulators Industries, a soumis, ainsi que nous l'apprend

Engineering de Londres, ces mêmes appareils à des essais méthodiques et indépendants comprenant la dynamo seule, puis la batterie seule, puis enfin tout l'ensemble. On voulut de cette manière s'assurer du rendement individuel de chacun des organes en les soumettant séparément, puis ensemble, à des épreuves qui représentaient les conditions les plus dures et les plus rares de fonctionnement. Le premier essai comprenant la dynamo seule, dont la production normale était de 40 ampères sous 30 volts, montra un rendement de 70 0/0 à des vitesses angulaires variant de 650 à 2000 tours par minute.

Au point de vue de la constance de la tension, la dynamo, montée sur la batterie et les lampes, fonctionne avec une tension absolument maintenue à 22,4 volts à toutes les vitesses variant entre 614 et 1410 tours par minute; la variation ne dépassa jamais 1.1 0/0 lorsque cette vitesse s'abaissait à 396 tours et dépassait 1962 tours. Jamais, dans tous les autres systèmes de réglage, on n'avait pu atteindre un pourcentage de variation aussi faible.

Dans des essais de consommation, pendant la charge des accumulateurs, la dynamo ayant une vitesse angulaire de 1280 tours par minute est montée sur la batterie pendant six heures par jour, avec les lampes hors circuit; on calcula que l'économie réalisée sur la consommation ordinaire était équivalente à 490 ch-heure dans une semaine de 36 heures par train de 10 voitures; en prenant comme point de comparaison le système qui emploie comme moyen de réglage une courroie glissante, cette économie atteignait une moyenne de 3890 watts, soit 1880 ch-heure pour la semaine de fonctionnement. Avec les lampes en circuit, la différence de consommation d'énergie était encore de 210 ch-heure.

La batterie d'accumulateurs soumise aux essais se composait de douze éléments d'une capacité de 180 ampères-heure au régime de 20 ampères; la décharge était poussée jusqu'à une tension de 1,8 volt par élément; toutes les expériences donnèrent une capacité totale utile de 172 ampères-heure, et par suite un rendement de 94,5 0/0.

Quant aux essais réalisés sur l'ensemble de l'appareil par M. Soyers, ils ont été prolongés avec une extrême minutie dans toutes les conditions pratiques de fonctionnement, notées lors du service accompli sur la ligne de Paddington du Great Western Railway. La dynamo était réglée pour être mise en circuit à la vitesse de 29 km à l'heure et mise hors circuit à la vitesse de 143 km à l'heure; ce réglage, d'ailleurs, peut être variable et modifié par le rapport des engrenages. La température de cette dynamo, qui est enfermée dans une boite étanche, n'atteint jamais une valeur pouvant amener des détériorations; montée sur un train en marche, elle fonctionne d'ailleurs dans des conditions qui favorisent tout naturellement sa ventilation et son refroidissement. Il s'ensuit que son rendement est excellent et beaucoup plus élevé que dans un fonctionnement en position fixe.

Nous ne pouvons donner dans tous ses détails le rapport de M. Soyers sur les résultats obtenus par l'appareil de MM. Leitner et Lucas. Il en ressort nettement cette conclusion que l'on est enfin arrivé à obtenir une marche absolument régulière de tous les organes qui, après de longs mois de service, n'ont accusé aucune détérioration ni nécessité aucune réparation. Les essais en laboratoire ont été vérifiés et sanctionnés par des expériences prolongées sur le Western Railway; leur concordance parfaite assure un succès complet à cette installation.

Si, en France, les quelques appareils d'éclairage électrique, actuellement en service sur certains trains rapides de nos grandes Compagnies, ne donnent pas entière satisfaction, et on pourrait le croire, vu la rareté de leurs applications, il serait à souhaiter que des essais nouveaux puissent être multipliés de façon à supprimer entièrement cet éclairage par le gaz ou par le pétrole, si défectueux et surtout si dangereux. Il faut, en effet, se rendre compte de l'immense danger qui réside dans l'emploi de ces réservoirs à gaz comprimé, fixés en dessous ou au-dessus des wagons, et qui viennent ajouter à tant d'autres les risques d'explosion et d'incendie. Avec l'éclairage électrique, la sécurité est complète et ce motif seul, indépendamment des multiples avantages qu'il procure, devrait le faire adopter sur toutes les lignes et sur tous les trains à l'exclusion de tout autre système.

G. D.

CONSIDÉRATIONS SUR LA PHOTOMÉTRIE

EN GÉNÉRAL ET EN PARTICULIER

SUR LA PHOTOMÉTRIE DES LAMPES A VAPEUR DE MERCURE

M. C. Orme Bastian, dans une communication à la section locale de l'Institution of Electrical Engineers de Glasgow, a attiré l'attention sur certains phénomènes dont il n'est pas tenu compte habituellement dans les mesures photométriques et dont il importe de s'inquiéter quand on veut aborder l'étude photométrique de sources lumineuses aussi spéciales que la lampe à vapeur de mercure.

Tout d'abord, M. Bastian distingue deux types d'arc à mercure : celui où les électrodes sont en mercure dans lequel la densité de la vapeur est variable et celui ayant des électrodes faites d'une substance peu vaporisable, comme le fer et le carbone par exemple, où la densité de la vapeur de mercure raréfiée est la même à froid et à chaud et

qui se rapproche du tube de Geissler. C'est au premier type que s'appliquent la plupart des observations qui vont suivre, type qui est représenté par la lampe actuelle de Cooper-Hewit.

L'auteur rappelle que dès 1902 son attention fut appelée sur l'arc au mercure qu'il avait obtenu accidentellement au cours d'essais sur une lampe de 220 volts 100 bougies à filament de carbone; cette lampe était commandée par un interrupteur à mercure formé d'un tube de verre de 6 mm de diamètre vide d'air, il observa qu'en renversant le tube de façon à diviser le mercure, le circuit ne se rompait pas, mais qu'au contraire il se formait un arc d'environ 75 mm entre les deux portions séparées de mercure et que la lumière émise alors par la lampe de 100 bougies ne diminuait pas sensiblement d'intensité. Cette observation fit naître une série d'expériences qui amenèrent l'auteur à cette conclusion que pour la même consommation d'énergie électrique l'on obtenait un gain notable en éclairement par la combinaison de la lumière verte de l'arc au mercure avec la lumière émise par le filament de carbone qui contient des rayons rouges en grande quantité; l'explication de ce phénomène doit, d'après M. Bastian, être cherchée dans l'action physiologique de la lumière blanche qui résulte de la combinaison des rayons émis par les deux sources. En effet, dit-il, la lumière blanche est, sans doute, celle qui produit l'effet visuel le plus considérable et il n'est donc pas illogique de penser que la somme des effets produits séparément par chacune des deux sources colorées est inférieure à l'effet visuel obtenu par leur combinaison sous forme de lumière blanche. Bien qu'il soit impossible de démontrer ce résultat par mesures photométriques, il est facile de constater l'effet physiologique en éclairant successivement un écran moitié en lumière verte, moitié en lumière rouge, puis totalement, en faisant converger les rayons, avec de la lumière blanche provenant de la combinaison des deux lumières colorées et l'on constate que l'éclairement, dans le dernier cas, est manifestement supérieur.

En examinant les résultats obtenus dans la photométrie des lampes à vapeur de mercure, d'après l'étalon secondaire usuel qui est, comme on sait, la lampe à incandescence ordinaire, M. Bastian en déduit des conceptions nouvelles. Tandis que le phénomène de Purkinje est invoqué pour expliquer les résultats contradictoires que l'on obtient en comparant l'arc au mercure à l'étalon photométrique à des distances variables, M. Bastian attribue ces divergences à deux causes principales: la différence dans la densité intrinsèque de la lumière des deux sources et l'absorption différente des lumières de différentes longueurs d'onde, c'est-à-dire la transformation des ondes lumineuses en ondes non lumineuses par le passage à travers une couche d'air.

La loi de l'inverse des carrés des distances suppose que la source lumineuse est un point, ce qui n'est jamais réalisé, mais ce qui est d'autant plus incorrect que l'intensité lumineuse spécifique, c'est-à-dire la densité, est plus faible; elle suppose en outre que la divergence des rayons se fait suivant une même loi, ce qui est inexact aussi, quand les deux lumières comparées n'ont pas la même composition. L'ordre de grandeur des densités des différentes sources lumineuses est très variable; ainsi la lumière de l'arc ordinaire a une densité 4000 fois supérieure à celle de la lumière de l'arc au mercure.

M. Bastian conclut de ces remarques que la mesure photométrique, pour être correcte et donner des résultats comparables entre eux, devrait être faite par comparaison avec un étalon de lumière blanche et que la puissance photométrique serait la moyenne des résultats obtenus dans deux mesures, au moins, faites à des distances très différentes. La dimension de la chambre photométrique pour de tels essais représente malheureusement une difficulté en pratique.

Ce facteur, qui représente la densité de la source, joue certainement un rôle prépondérant dans l'étude du rendement des globes diffuseurs.

M. Bastian présente en outre quelques observations intéressantes sur le fonctionnement de l'arc à vapeur de mercure. Il signale la migration du mercure de l'électrode positive à la négative à travers l'arc qui est une cause de destruction de ces lampes, puisqu'alors l'arc jaillit au positif du conducteur en platine et le tube se fend aussitôt. Pour obvier à cet inconvénient, on a construit des lampes avec électrodes négatives de surface bien plus petite que celle de l'électrode positive de façon à compenser ce transport par évaporation. Les résultats obtenus ont été concluants en ce sens qu'une quantité constante de mercure a pu ainsi être maintenue à chaque électrode.

M Bastian parle des tentatives faites pour modifier la coloration de la lumière émise par la vapeur de mercure en employant des substances fluorescentes qui malheureusement perdent rapidement leurs propriétés à la fois sous l'influence de la chaleur et de la lumière.

L'introduction de métaux étrangers dans le mercure sous forme d'amalgames permettrait de résoudre la question si on ne se heurtait à un phénomène particulier; quand on emploie ces amalgames mélangés avec le mercure, comme électrodes, on observe que le métal qui entre dans l'amalgame se confine dans la moitié du tube qui se trouve vers l'électrode négative et que, dans l'autre moitié, il n'y a que de la vapeur de mercure.

Dans ses expériences sur l'arc au mercure, M. Bastian a essayé sans résultat de faire jaillir deux arcs d'une électrode négative commune en employant des tubes en *y*; dans un tube de cette forme l'arc jaillit tantôt dans une branche, tantôt

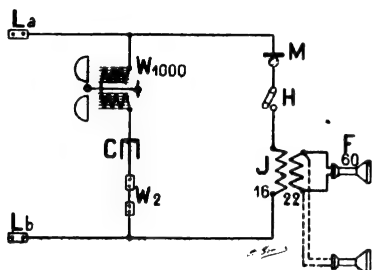
dans l'autre, mais jamais dans les deux en même temps.

M. Bastian termine ses considérations en faisant observer l'intérêt que présente l'arc au mercure comme consommation; quand il est bien fabriqué, sa durée peut être considérable avec un rendement à peu près constant; des tubes faits avec du verre d'Iéna ont duré ainsi 10 500 heures, les tubes à haute tension donnant de meilleurs résultats que ceux à basse tension.

A. B.

NOUVEAUX APPAREILS TÉLÉPHONIQUES
DE L'ADMINISTRATION ALLEMANDE

L'*Electrotechnische Zeitschrift* signale un nouveau type d'appareil téléphonique adopté par l'administration allemande des télégraphes



pour les réseaux à batterie centrale. Les divers organes sont disposés, de manière à demeurer tous parfaitement visibles, dans une boîte en fer qui s'applique contre le mur. La plupart des connexions sont soudées. Le microphone se compose d'une plaque vibrante en charbon, de grenaille de charbon et d'un amortisseur en feutre; il présente une résistance ohmique élevée. Comme le montre le schéma ci-dessous, la sonnerie polarisée W, de 1000 ohms de résistance, et un condensateur C de deux microfarads, sont placés constamment en dérivation sur les conducteurs de ligne La et L*b*; le commutateur à crochet n'a qu'un seul contact H. La bobine d'induction J a une résistance de 10 ohms pour le circuit primaire et une résistance de 20 ohms pour le circuit secondaire; la résistance du récepteur téléphonique est de 60 ohms. Le montage des appareils mobiles est identique, à cette exception près que le crochet de suspension a reçu un second commutateur servant à mettre le condensateur en court-circuit, si bien que le circuit de la batterie demeure fermé, même lorsque le récepteur se trouve décroché, et qu'une interruption du courant dans le microphone, pouvant provoquer une étincelle nuisible, devient impossible.

G.

LES DÉPOTS ÉLECTROLYTIQUES DE ZINC
SUR ÉLECTRODES ROTATIVES

Ce sujet intéressant a été longuement traité par MM. T. Slater Price et G.-H.-B. Judge devant la *Faraday Society* : nous donnons ici un résumé de ce travail.

L'auteur fait observer que Denso d'une part et Kollock et Smith de l'autre sont jusqu'ici les seuls expérimentateurs qui aient réussi à obtenir des dépôts de zinc en partant d'électrolytes formés de solution de sulfate sans addition de substances étrangères telles que l'acide oxalique, l'acétate de sodium, etc., qui avaient toujours été employées jusque-là; la méthode employée par Denso ne serait pas susceptible de donner de bons résultats, sauf pour le cadmium qu'il arrive à déposer de solutions de sulfate légèrement acides; quant à Kollock et Smith, leur procédé, consistant en l'emploi d'une cathode de mercure et d'une anode rotative, donne des résultats assez satisfaisants.

Les essais de l'auteur ont porté sur les dépôts électrolytiques de zinc en partant des solutions de sulfate avec cathode rotative; ce sont ces essais dont nous allons parler maintenant.

Les électrodes sont en platine : la cathode en toile métallique a 22 mm de diamètre et 40 mm de longueur; l'anode est constituée par une double bague de 40 mm de diamètre avec chicanes. La cathode est montée sur un moyeu de bicyclette dont la fusée est forée à une de ses extrémités de façon à recevoir cette pièce qui y est maintenue par une vis; l'autre extrémité de la fusée porte une poulie à gorge. Deux rayons sont soudés sur le moyeu, l'un d'eux est recourbé et relié au fil négatif. Le roulement à billes est lubrifié par un mélange de graphite et d'huile. Tout le montage de la cathode tourne librement en pratique et la rotation ne nécessite qu'une dépense insignifiante.

L'électrolyte est contenu dans un entonnoir à robinet d'environ 100 cm³ de capacité; c'est une forme de récipient particulièrement convenable; l'anode en forme d'anneau est très facile à maintenir dans ces conditions; d'autre part, la succion produite par la rotation de la cathode

assure une bonne circulation de l'électrolyte. Ce dernier point a d'ailleurs été vérifié expérimentalement; en ajoutant un liquide lourd à de l'eau contenue dans l'entonnoir, on a observé que la rotation de la cathode donne très rapidement un mélange intime des deux liquides.

Le volume de l'électrolyte dans toutes les expériences variait de 50 à 60 cm³ et on avait toujours soin de couvrir l'entonnoir avec une plaque de verre fendue; vers la fin de chaque essai, les parois de cette plaque et celles de l'entonnoir étaient lavées à l'eau distillée et on continuait l'électrolyse pendant quelques instants pour s'assurer que la décomposition électrolytique était complètement terminée. On enlevait alors le couvercle et on procédait aussitôt au lavage de la cathode en même temps qu'on ouvrait le robinet de l'entonnoir pour laisser s'écouler l'électrolyte. Le lavage de la cathode était ainsi continué, en maintenant sa rotation, jusqu'à ce que le courant tombe à zéro. On lavait ensuite la cathode à l'alcool absolu, puis on la séchait rapidement. Dans tous les essais, la cathode avait été préalablement argentée avant que le dépôt de zinc n'y soit fait.

Dans les premières expériences, on ne prit aucune précaution pour maintenir l'électrolyte froid. La solution de sulfate de zinc n'a pas une très bonne conductibilité; aussi observa-t-on que si la tension était suffisante pour maintenir un débit de 2 ampères au début, le dépôt avait tendance à devenir spongieux. La méthode adoptée fut donc modifiée comme suit : au début, l'intensité du courant était maintenue pendant cinq minutes à 0,25 ampère, la tension étant alors de 4 volts; puis, en augmentant la tension à 5,5 volts, le débit s'élevait à 0,5 ampère; après cinq autres minutes, le courant était amené à 1 ampère, la tension nécessaire étant de 6 à 6,5 volts. En laissant ainsi le tout en l'état, le débit montait graduellement pour atteindre 2 ampères au bout de dix minutes environ, par suite de la libération de l'acide sulfurique et de l'échauffement graduel du liquide qui augmentent sa conductibilité. On maintenait pendant environ vingt minutes cette intensité (sous une tension finale de 4,5 à 5,5 volts) et on opérait comme il est dit ci-dessus. En pratique, on pourrait certainement augmenter plus rapidement le débit; si les auteurs de ce travail ne l'ont pas fait, c'est qu'ils avaient surtout en vue d'obtenir des résultats quantitatifs.

Dans tous les essais, le poids du zinc contenu dans l'électrolyte était de 0,2275 gr; le poids du zinc déposé fut trouvé de 0,2257, 0,2251, 0,2258 et 0,2249 gr. Le dépôt était apparemment très fin, de couleur gris clair, très solide et très adhérent. Après chaque opération, on essayait la solution au sulfure d'ammonium qui ne décela aucune trace de zinc. En augmentant la densité du courant, on remarqua que le poids de zinc déposé allait en diminuant; avec 4 ampères on n'obtint que 0,2250 à 0,2220 gr et à 5 ampères, 0,2209 gr seulement. Cette réduction est évidemment due à l'échauffement produit par le courant qui doit avoir pour effet d'augmenter la solubilité du dépôt de zinc dans l'acide sulfurique libéré.

Dans la série suivante d'essais, l'électrolyte fut refroidi avec de la glace. Dans ces conditions, les poids de zinc deviennent bien plus élevés; sur 0,2274 gr contenu dans l'électrolyte, on dépose successivement; 0,2274, 0,2266, 0,2271, 0,2260, 0,2274, 0,2268, 0,2273, 0,2273, 0,2272, 0,2269 gr. La température de l'électrolyte ne s'élevait pas au dessus de 14°; la cathode tournait à raison de 300 à 500 tours par minute, dans tous ces essais, le dépôt fut trouvé très bon.

On peut ajouter une certaine quantité d'acide sulfurique libre sans modifier sensiblement les résultats. Cependant, le dépôt devint franchement plus faible quand on atteignait $n/_4$ de l'acide normal.

En refroidissant l'électrolyte avec un courant d'eau de façon à maintenir sa température à 17°, les poids déposés, sur un poids de 0,2274 gr de zinc contenu dans la solution, furent trouvés de 0,2270, 0,2271, 0,2265 et 0,2261 gr dans quatre essais successifs.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus en ajoutant divers sels à l'électrolyte. Dans tous ces essais, on débutait avec un faible courant qu'on augmentait graduellement jusqu'à 2 ampères; t_1 est le temps en minutes pendant lequel le courant croît, et t_2 celui pendant lequel le courant de 2 ampères a été maintenu. L'électrolyte contenait 0,2274 gr de zinc, et il n'a pas été refroidi pendant l'opération.

Les dépôts faits en présence du sulfate de sodium, (45°) même à des températures élevées, furent tous ce qu'on pouvait désirer, mais avec l'acétate de sodium, ces dépôts avaient tendance à être spongieux et ceux qui étaient adhérents avaient une mauvaise couleur.

Les auteurs font remarquer que la méthode de Kollock et Smith pour la détermination du zinc est excellente. Cette méthode consiste à employer une cathode fixe en mercure et une

Sulfate de sodium en gr.	Acétate de sodium en gr.	t_2	t_1	Volts.	Poids de Zn trouvé.	Erreur.	Température atteinte par la solution.
1	»	10	19	3,5/6,8	0,2269	— 0.0005	»
2	»	6	17	3,»/5,8	0,2274	± 0,0000	27°
3	»	4	16	3,5/5,3	0,2277	+ 0,0003	»
»	1	11	19	4,5/8,»	0,2266	— 0,0008	»
»	2	5	16	4,»/6,8	0,2276	+ 0,0002	»
2	1	7	13	3.5/5,8	0,2276	+ 0,0002	28°
3	»	5	17	3,5 4,»	0,2262	— 0,0012	»
3	»	6	20	3,5/4,3	0,2259	— 0,0015	»
3	»	6	11	3.8/4,5	0,2213	— 0,0061	»
3	»	»	25	3,5/4,»	0,2187	— 0,0087	»
»	3	5	19	4,»/6 »	0,2278	+ 0.0004	»
2	1	4	18	4,3/5,5	0,2262	— 0,0012	31°
2	1	5	16	4,5/5,»	0,2235	— 0,0039	»
2	1	4	20	4,3/5,»	0,2206	— 0,0068	»
1	2	8	17	5,»/6,»	0,2250	— 0,0024	»
2	2	6	18	3,8/5,5	0,2245	— 0,0029	»
2 (1)		»	»		0,2252	— 0,0022	42°
2 (1)	1	»	»		0,2278	+ 0,0004	45°

anode mobile. Mais, pour que les résultats soient exacts, il ne faut pas que la quantité d'acide libre soit supérieure à une certaine proportion. Dans les essais faits par les auteurs, le volume de la solution étant de 10 cm³ et le courant de 5 ampères sous 7 volts, les meilleurs résultats furent obtenus lorsque 3 vingtièmes de centimètre cube au plus se trouvaient en présence de 0,2316 à 0,3353 gr de zinc pour une durée de l'opération électrolytique de 8 à 10 minutes.

A.B.

FOUR A RECUIRE ET A TREMPER
AVEC CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE DU BAIN DE FUSION

Nous empruntons à l'*Elektrotecniche Anzeiger* les details ci-après sur le four à recuire et à tremper, construit par la société électrique Kœrting de Berlin.

Le four en question, breveté en Allemagne et dans d'autres pays, consiste en un récipient carré en matière réfractaire. Ce récipient, destiné à recevoir les sels métalliques que l'on porte à l'état de fusion et dans lequel on place les pièces métalliques à recuire ou à tremper, est logé dans une caisse en fer doublée d'une couche de mortier également réfractaire. Sur deux faces opposées du récipient, sont fixées des électrodes en fer forgé qui amènent le courant électrique (du courant alternatif monophasé) dans le bain de fusion. Si l'on ne dispose que de courant continu, il convient de tranformer ce dernier en courant alternatif, ce que permet d'adopter encore le dispositif Kœrting. Les deux électrodes sont reliées, par des lames en fer forgé, à un transformateur qui fournit l'énergie électrique sous basse tension. En faisant varier le nombre des enroulements dans le circuit primaire du transformateur, on règle la température d'une manière fort simple Les tensions, adoptées sont de 5 à 25 volts, suivant les différentes températures utilisées; on peut obtenir également une tension plus élevée, de 50 à 55 volts, un instant nécessaire au début de l'opération. Comme les sels métalliques, refroidis, ne sont pas bons conducteurs et qu'ils n'acquièrent une haute conductibilité qu'une fois entrés en fusion, la mise en marche et l'échauffement du bain s'opèrent au moyen d'une électrode auxiliaire mobile, grâce à laquelle un filet liquide, partant d'une des électrodes normales, se prolonge lentement jusqu'à l'autre électrode. Le bain de fusion, sous l'action du courant lancé dans sa masse, s'élève à la température désirée et s'y maintient d'une façon constante par le réglage du transformateur. Avec une tension primaire constante, la consommation du courant, lue à l'ampèremètre, permet de vérifier la température du bain. L'effet thermique utile est donc très grand; de plus on obtient une répartition exactement uniforme de la température. Comme on le sait, dans les fours ordinaires, les creusets s'usent rapidement sous l'action de la chaleur et des gaz de combustion : de là une source de dépenses importantes. Par

(1) Dans ces deux essais, on laissa le courant atteindre 3 ampères.

contre, l'emploi des électrodes en fer forgé n'entraine que des frais minimes, en même temps que la température est maintenue constante et sans perte au degré voulu. Par suite de la répartition uniforme de la température, les pièces à tremper peuvent recevoir la chaleur exactement nécessaire, sans qu'on ait à craindre une surchauffe et la destruction des arêtes vives et des pointes. Le nouveau four se prête donc tout particulièrement à la trempe des objets métalliques de valeur. Le rendement du four Kœrting est bien supérieur à celui des fours ordinaires destinés au même but. Les pièces à tremper y sont portées à la température voulue dans un laps de temps cinq fois moindre qu'avec les fours à gaz. En outre, la mise en marche est facile, et on obtient au bout d'une demi-heure environ la température convenable. Le four Kœrting est d'un maniement très simple; une fois mis en marche, il ne nécessite aucune surveillance particulière. et il n'altère pas le bain de fusion, contrairement à ce qui se passe dans le four ordinaire à bain de plomb ou à bain de cyanure de potassium. Un autre avantage réside dans la suppression complète des risques d'incendie, des fumées et de la suie. Pour la trempe des outils ordinaires en acier, il faut employer une température de 850 C, qui doit être portée, pour certaines qualités d'acier, à 1000 ou 1150° C et même jusqu'à 1300° C. La société Kœrting donne à ses fours les dimensions suivantes :

	Section transversale.	Profondeur.
Modèle I. . .	120 × 120 mm.	120 mm.
» II. . .	150 × 150 »	170 »
» III. . .	200 × 200 »	270 »
» IV. . .	300 × 300 »	370 »

La consommation d'énergie diffère selon le modèle et la température maximum qu'il faut donner au bain de fusion ; le tableau ci-après indique cette consommation pour quelques températures :

CONSOMMATION APPROXIMATIVE D'ÉNERGIE EN KW.

Température.	Modèle du four.			
	I	II	III	IV
850° C.	3	4,5	8,5	20
1150° C.	5,5	9	16	36
1300° C.	7,5	12	22	48

G.

BREVETS D'INVENTION DÉLIVRÉS EN FRANCE[1]

Appareillage.

369 532. — Delcamp. — Auto-relais enregistreur (6 sept. 1906).

369 555. — Bourdil. — Appareil automatique de sécurité (7 sept. 1906).

369 568. — Grimault. — Commande d'appareils électriques par commutateurs multiples (8 sept. 1906).

369 648. — Newbold. — Commutateur électrique (12 sept. 1906).

369 842. — Soc. The British Submarine Boat C°. — Résistances (19 sept. 1906).

Applications diverses.

369 613. — Soc. Ernst Eisemann et C°. — Rupteur pour allumage électrique (11 sept. 1906).

369 589. — Felten et Guillaume Lahmeyerwerke. — Electro-aimant à courant alternatif (10 sept. 1906).

Canalisations.

369 713. — Cie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Appareil de sécurité pour conducteurs aériens (13 sept. 1906).

Divers.

369 603. — Yates. — Ciment isolant au point de vue électrique (11 sept. 1906).

369 703. — Soc. Felten et Guillaume Lahmeyerwerke. — Sélection d'appareils groupés (12 sept. 1906).

369 730. — Garcia-Porres. — Production du fluide électrique (13 sept. 1906).

Eclairage et Lampes.

369 529. — Carbone. — Lampe à arc triphasé (6 sept. 1906).

369 778. — Gross. — Perf. dans les lampes à arc (15 sept. 1906).

369 834. — Schneider. — Lampe à arc (18 sept. 1906).

369 836. — Thomas. — Perf. aux lampes à vapeur (18 sept. 1906).

Electrochimie et Electrométallurgie.

369 573. — Ludwig, Bolle et Cie. — Procédé de préparation électrolytique des sels métalliques (8 sept. 1906).

369 601. — Digby. — Fabrication des solutions d'hypochlorites (10 sept. 1906).

369 746. — Jullien et Dessolle. — Homogénéité du cuivre électrolytique (14 sept. 1906).

Electrothermie.

369 509. — Dassieu. — Appareil électrique pour le chauffage immédiat d'un liquide (22 août 1906).

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

369 676. — Scherbius. — Machine à collecteur à courants polyphasés (20 août 1906).

(1) Les spécifications imprimées avec figures, des brevets signalés dans *l'Électricien*, sont envoyées franco au prix de 1 fr. 25 chacune sur demande adressée à la librairie Dunod et Pinat.

Instruments de mesure.

369 811. — Verneuil. — Compteur (17 sept. 1906).

Moteurs.

369 545. — Bolton. — Résistance de démarrage automatique (7 sept. 1906).

369 840. — Soc. Siemens-Schuckert-Werke. — Moteur à courant triphasé (19 sept. 1906).

Piles.

369 593. — Azapi et Garapono. — Pile électrique (10 sept. 1906).

369 721. — Schauli. — Pile (13 sept. 1906).

Télégraphie.

369 764. — Kitsée. — Transmission sur une même ligne de deux dépêches dans le même sens (14 sept. 1906).

369 792. — Soc. The de Forest Wireless Telegraph Syndicate. — Transmission de signaux par ondes électromagnétiques (15 sept. 1906).

Téléphonie.

369 559. — Prieur. — Installation téléphonique à circuit primaire (7 sept. 1906).

Traction.

369 560. — Regnard. — Trolley (7 sept. 1906).

369 565. — Cie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Système de contrôle (8 sept. 1906).

369 758. — Caldwell. — Trolley (14 sept. 1906).

369 789. — Potterat. — Prise de courant (15 sept. 1906).

Transformateurs.

369 632. — Thomas. — Redresseur-convertisseur électrique à vapeur (28 août 1906).

369 770. — Gal. — Transformateur à courant continu (15 sept. 1906).

BIBLIOGRAPHIE

Das elektrische Bogenlicht. Seine Entwickelung und seine physikalischen Grundlagen. (*La lumière électrique à arc. Son développement et ses principes physiques*), par Walther Biegon de Czudnochowski, ingénieur. — 4e, 5e, 6e, 7e et dernier fascicules. 4 volumes brochés, format de 200 × 282 mm, comprenant les pages 291-697, avec 310 figures et quelques tables et tableaux. Prix de chaque volume : 4 mark. (Leipzig, S Hirzel, éditeur, 1906.)

Par deux fois déjà (dans l'*Electricien* du 30 juillet 1904, p. 79, et du 24 mai 1905, p. 318), nous avons eu l'occasion de signaler la belle monographie ci-dessus, aujourd'hui terminée. Au vu de l'ouvrage complet, on est mieux à même de se rendre compte de l'étude entreprise par M. Czudnochowski, laquelle s'attache à donner l'historique détaillé de la lampe à arc depuis la découverte de l'arc électrique (1802) jusqu'aux progrès présentement réalisés. En présentant ainsi ce que l'on peut appeler l'inventaire des travaux des divers physiciens de tous pays qui ont porté leur attention sur la lampe à arc et contribué à la réalisation des splendides résultats dont l'humanité bénéficie aujourd'hui, le grand mérite de M. de Czudnochowski a été de préparer une base sûre pour les progrès à venir. Il fournit, en effet, aux inventeurs la possibilité de ne pas égarer leur activité sur des questions dont l'étude a été épuisée; d'autre part, il ne laisse pas de mettre en relief des points dont certains, insuffisamment étudiés, conduiront peut-être un jour, s'ils sont soumis à des recherches ultérieures, à des développements encore insoupçonnés.

L'auteur a divisé son livre en deux parties, sans parler d'une préface étendue dans laquelle il compare la lumière à arc avec les autres sources artificielles de lumière.

La première partie, qui étudie le développement de la lumière à arc, comprend quatre sections consacrées respectivement aux travaux effectués de 1802-1844, 1844-1879, 1879-1900, 1900 jusqu'à aujourd'hui.

Dans la deuxième partie, il expose la théorie et l'usage pratique de la lumière à arc dans le présent; ses quatre sections examinent successivement les électrodes, la lampe proprement dite, les sources de courant, les différents modes d'installation avec les appareils auxiliaires.

Die technischen Fachschulen Deutschlands. (*Les écoles spéciales techniques d'Allemagne*). 5e édition, augmentée. Prix relié, 2 mark. Berlin-Schöneberg, « Fides » Carl Malcomer, éditeur, 1906.)

Ce livre, dont la cinquième édition vient de paraître, donne des renseignements précis sur le but, les programmes d'études, les conditions d'admission, les frais d'enseignement, etc. de presque toutes les écoles techniques d'Allemagne. Ses informations, puisées dans des documents officiels, s'étendent, en effet, à 130 institutions techiques réparties sur les divers points du territoire. Ce livre constitue donc un guide sûr pour les jeunes gens qui se destinent aux professions libérales industrielles, ainsi que pour leurs familles; il offre en même temps une preuve nouvelle du développement de l'enseignement technique et de l'essor économique de l'Allemagne moderne.

CHRONIQUE

Frais d'entretien des automotrices électriques.

On lit dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* : « On donne à entendre, dans certains milieux, que les frais d'entretien des voitures automotrices électriques sont plus élevés que ceux des locomotives à vapeur. Pourtant d'après l'expérience acquise par les grandes entreprises américaines de transport, cette opinion n'est pas soutenable. En effet, la compagnie « Interborough Rapid Transit », pour assurer l'entretien de 430 automotrices électriques, chacune de 400 ch, n'utilise qu'un seul atelier de réparation avec 50 ou-

vriers et des petites machines-outils. Les dépôts et ateliers de réparation, pour les 215 locomotives à vapeur de 800 ch correspondant à la puissance ci-dessus, nécessiteraient une dépense, en capital de premier établissement, 4 à 6 fois plus élevée. Les frais, pour une revision et un nettoyage, sont de 1 à 1,25 fr en ce qui concerne une automotrice électrique et de 7 à 8 fr relativement à une locomotive à vapeur. Les frais d'entretien, en Amérique, varient de 6000 à 20 000 fr par an et par locomotive; la moyenne annuelle, établie pour 7128 locomotives à vapeur, est de 11 060 fr par unité. Par contre, les frais d'entretien par automotrice électrique et par an, d'après les données statistiques d'un réseau américain employant 7684 automotrices, sont d'environ 535 fr. On a constaté en outre, sur le même réseau, que les frais totaux d'entretien (usine. canalisation et véhicules) s'élèvent, par voiture électrique et par an, à 1275 fr, avec un rendement annuel de 250 millions de voitures-kilomètre. — G.

-oo-

Le caoutchouc.

L'*Electrical Review* de New-York publie sur le caoutchouc une intéressante étude de laquelle nous extrayons les détails ci-après :

Les besoins en caoutchouc ont fait monter la production de cette substance, depuis quelques années, dans une mesure énorme : pour 1905, cette production n'a pas été inférieure à 60 000 tonnes. Tout récemment encore, on ne tirait le caoutchouc que de deux sources importantes, — des forêts brésiliennes où se rencontre l'arbre dit *Hevea brasiliensis*, lequel donne le caoutchouc de Para, et des forêts africaines où des plantes grimpantes de la famille *Landolphia* fournissent également la même substance. Les demandes toujours croissantes de l'industrie ont suggéré l'idée de faire d'importantes plantations de l'*Hevea brasiliensis* à Ceylan et dans les états malais. Grâce à une culture rationnelle et à des méthodes perfectionnées de préparation, le produit tiré des plantations asiatiques a pris, sur le marché, une valeur plus élevée que celle attribuée au caoutchouc de Para, lequel est extrait d'arbres poussant à l'état sauvage. Dans les plantations asiatiques, l'arbre qui a reçu des soins convenables donne déjà, au bout de six à sept ans, un rendement satisfaisant et rémunérateur. On estime que, dans moins de dix ans, l'exportation du caoutchouc asiatique atteindra un chiffre annuel de 5 à 8 millions de kg et que, dans une quinzaine d'années, la production des mêmes pays dépassera celle du Brésil. D'autre part, on est déjà parvenu à fabriquer du caoutchouc artificiel, et la présence de ce dernier sur le marché va avoir sûrement pour conséquence de réduire les cours du caoutchouc naturel (le caoutchouc brut se vend aujourd'hui environ 2,50 fr le kg). Enfin, certaines expériences faites par M. Banter, à Ceylan, tendent à montrer qu'il est possible de vulcaniser complètement le latex non encore coagulé. Si le procédé signalé se révèle comme pratique, l'industrie de la vulcanisation du caoutchouc sera certainement transférée d'Europe dans les pays torpicaux. — G.

-oo-

La traction électrique sur les chemins de fer italiens.

On mande de Milan à l'*Elektrotechnische Anzeiger* : la direction générale des chemins de fer de l'Etat italien a décidé d'introduire la traction électrique sous les grands tunnels de son réseau. On espère pouvoir ainsi obtenir un doublement du trafic. La transformation nécessaire de l'outillage et du matériel, ainsi que l'installation, a été déjà confiée, en ce qui concerne la traversée du tunnel de Giovi (9 km) de la ligne Milan-Gênes, à la compagnie Westinghouse. On évalue les frais de cette transformation à environ 6 millions de fr. En outre, la maison Ganz et Cie a été chargée d'installer le service électrique sous le tunnel traversant l'Apennin, entre Savone et San Giuseppe. Parmi les maisons qui ont fait des offres pour l'exécution de ces deux installations, se trouvaient les compagnies Brown-Boveri, Thomson-Houston et Lahmeyer. On se livre actuellement aux études préparatoires pour l'introduction du service électrique sur la section de voie ferrée Florence-Bologne, et l'adjudication de ce dernier travail sera probablement prononcée dans un avenir peu éloigné.

G.

-oo-

Récupération électrolytique de l'étain.

L'*Elektrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* indique un procédé électrolytique, imaginé par M. Bergsoe, pour récupérer l'étain employé dans l'étamage et la soudure des objets en fer-blanc et particulièrement celui des boîtes de conserves. Les déchets de ces boîtes, qu'il est inutile de soumettre à un nettoyage préalable, sont logés dans des récipients reliés ensemble. au travers desquels on fait passer une solution de chlorure d'étain contenant environ 2 0/0 d'étain. Cette solution, en présence des déchets, provoque la réaction chimique suivante :



$$SnCl_4 + Sn = 2SnCl_2.$$

Le liquide parvenant au dernier récipient est conduit, au moyen d'une pompe, dans un bain électrolytique où la réaction inverse s'opère : l'étain se dépose et il se forme de nouveau du $SnCl_4$. Cette dernière solution est, à son tour, conduite dans des récipients appropriés. L'étain obtenu dans le bain électrolytique est absolument pur et peut trouver un emploi immédiat. — G.

-oo-

Importation de moteurs électriques au Japon.

Nous relevons, dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, l'information suivante :

Avant 1896, le Japon n'achetait aucun moteur électrique, et, en cette année de 1896, il n'en a importé que pour une valeur de 7000 dollars. En 1900, cette importation atteignait une valeur de 100 000 dollars et, en 1905, de 1 227 700 dollars. Environ les deux tiers des moteurs importés proviennent des Etats-Unis, ainsi que le montrent les chiffres suivants, relatifs aux années 1904 et de 1905 :

Origine	MOTEURS ÉLECTRIQUES 1904	1905
	Dollars	
Etats-Unis.	406 000	929 600
Grande-Bretagne. . . .	114 000	211 800
Allemagne.	111 000	83 100
Autres pays.	2 000	3 000
Total. . . .	633 000	1 227 700

G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XXXI

Académies, Sociétés savantes et professionnelles.

Accumulateurs.

Appareillage.

Applications diverses.

Bibliographie.

Canalisations.

Commerce et Industrie.

Correspondance.

Divers.

Eclairage et Lampes.

Electrochimie et Electrométallurgie.

Electrothermie.

Expositions et Congrès.

Force motrice.

Générateurs mécaniques d'énergie électrique.

Transformateurs.

Transport et distribution de l'énergie électrique.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

Gazette de l'Électricien

AVIS IMPORTANT

*outes les communications et lettres relatives à la action de l'*Electricien *doivent être adressées à J.-A. Montpellier, rédacteur en chef,* 43, *avenue Saxe, Paris, 7e.*

'out ce qui concerne l'Administration (abonnements, lamations, changements d'adresse, annonces, etc.)' t être adressé à la librairie H. Dunod et E. Pinat, quai des Grands-Augustins, Paris. (Téléph. n° 819-38).

f. Montpellier reçoit, 49, quai des Grands-Augustins, amedi, de 4 à 6 heures.

lotre confrère *The Electrician* de Londres vient de passer re les mains d'un nouveau propriétaire. Monsieur Charles phaël a quitté la rédaction de cette Revue depuis le Juillet; il faisait partie de la rédaction depuis 1896 nme adjoint au Rédacteur en chef et un an plus tard, il 'enait Rédacteur en chef.

***

Le régime de l'électricité à Paris

En sera-t-il de l'électricité comme du gaz? Le public intéressé, qui ne comprend pas grand chose aux finesses de la stratégie socialiste, voudrait bien savoir si l'assemblée municipale, menée par une nouvelle majorité, franchira cette fois encore, l'échéance des concessions, sans avoir pu organiser un régime définitif Peut-on, en effet, imaginer une situation plus étrange que celle des Parisiens consommateurs de gaz? La Compagnie, avec laquelle ils avaient traité, est morte depuis le 1er janvier dernier et, néanmoins, ils n'ont aucune donnée sur l'avenir de la grande industrie à laquelle ils demandent tant de services et dont ils sont les tributaires quotidiens. Combien paieront-ils le mètre cube? Auront-ils des colonnes montantes dans leurs immeubles? Pourront-ils même souscrire des polices leur assurant quelque sécurité et quelque durée? Toutes ces questions restent en suspens et quatre mois ont déjà passé sur la liquidation de l'ancienne Compagnie qui

fut l'associée de la Ville. Il semble que les représentants de Paris aient peur de prendre une responsabilité ou comptent sur quelque événement inattendu qui tranchera pour eux le problème redouté. Erreur, chimère! La question du gaz ne se résoudra pas toute seule et il faut se placer résolument en face d'elle, si l'on veut faire quelque chose. Or, il est impossible de ne rien faire, car les liquidateurs, qui sont à l'heure actuelle les gérants de la Ville de Paris, ne sont pas éternels. Leur disparition est prochaine et nécessaire.

Il faudra donc que le Conseil municipal, après avoir tout repoussé, sauf une combinaison funeste, prennne un parti pour le gaz, avant les vacances de 1906.

Mais il faudra aussi qu'il aborde l'examen des projets relatifs à l'éclairage et à la force électrique, puisque quatre des concessions des secteurs expirent en avril 1907, c'est-à-dire dans moins d'une année, et que les autres finissent en 1908. Va-t-on, cette fois encore, refaire du provisoire?

Nous n'étonnerons aucun de nos lecteurs, surtout ceux qui s'éclairent à l'électricité, en leur disant que le régime des courtes concessions et le plus mauvais de tous. Ceux qui sont obligés d'amortir vite un matériel coûteux, font payer cher leurs services et c'est tout naturel. Quand on veut gagner beaucoup et vite, on ne songe guère et on n'a pas le temps de songer à la clientèle. Aussi, grâce à l'ingénieuse conception de l'assemblée parisienne, voyait-on des Parisiens payer l'hectowatt-heure 15 centimes quand les habitants de Berlin la payaient 5. Les consommateurs, ainsi associés à un essai, y perdaient, mais la Ville, au moins, y gagnait-elle? Fort peu de chose, moins de deux

millions par an, quand le gaz lui en rapportait près de vingt. Elle devait, d'autre part, s'attendre à recueillir, comme héritage, un matériel onéreux, hors d'usage ou à peu près caduc, qu'il ne serait pas possible de restaurer sans dépenser des sommes considérables. L'affaire, si on ne la considère pas comme une simple expérience, était donc indéfendable et fera peu d'honneur à ceux qui l'ont mise sur pied, en la divisant entre six secteurs autonomes. Ainsi s'expliquent les progrès très lents de l'électricité à Paris, au point de vue de l'éclatrage privé et surtout de la force motrice à domicile. Ils ne dépassent pas actuellement 30 millions de kilowatts par an. On avait tout préparé pour en retarder l'essor. A la fée qui naissait, on commençait par couper les ailes. C'était tout à fait heureux. La haine du capital ne paraît être qu'une conseillère bien médiocre.

Donc, les concessions électriques vont expirer, suivant de près celle du gaz, et il faut aviser. Deux partis s'offrent aux représentants de Paris, car il ne faut pas qu'ils se leurrent d'une main mise des entreprises dont il s'agit, sous forme de régie directe. Le Sénat en a fait justice et pour longtemps et les événements actuels ne sont pas faits pour l'amener à capituler. Restent deux combinaisons possibles qu'il est intéressant d'examiner.

Le Conseil municipal peut accorder aux secteurs actuels une courte prorogation de leurs concessions. Mais il lui en coûtera, disent les gens bien informés, quelque 120 ou 140 millions, pour les rachats de matériel et les installations nouvelles. Sans doute, les consommateurs obtiendront une réduction du prix actuel, mais cette réduction ne sera pas importante, puisqu'il faudra que la Ville et les Compagnies prorogées amortissent très rapidement les dépenses faites. L'échéance lointaine est surtout favorable aux consommateurs. Elle l'est également au budget municipal auquel elle laisse une large part de bénéfices annuels. Toute solution provisoire sera donc désavantageuse pour toutes les parties intéressées, sauf pour les secteurs si la Ville prenait à sa charge une partie de leurs dépenses, mais la Ville n'est pas en mesure de faire actuellement de nouveaux sacrifices. Elle a encore un emprunt de 105 millions à émettre avant la fin de l'année, sans compter ceux qui viennent d'être autorisés par le Parlement ou doivent l'être bientôt, pour l'eau, pour les écoles, pour l'assainissement.

D'autre part, la diversité des fournisseurs de lumière et l'énergie électrique, qui pouvait être un aliment pour la concurrence, a créé un régime hybride et dont on veut sortir. Le Conseil municipal, en ouvrant un concours par la délibération du 27 décembre 1905, a marqué son intention de faire quelque chose de nouveau et de définitif. Il est peu vraisemblable qu'il change d'avis à ce sujet. La leçon du gaz a dû l'éclairer.

Les éléments d'appréciation et de décision ont, d'ailleurs, été fournis par un travail de la commission technique

chargée par l'administration d'étudier le problème de l'électricité à Paris. Evidemment, on devra s'en rapprocher. Ces conclusions tendent :

I. — *a* A produire sous forme polyphasée les courants à haute tension, à 50 périodes par seconde, au moyen de plusieurs usines, situées hors de l'enceinte, aux bords de la Seine;

b) A transformer ce courant dans des sous-stations dont les unes, desservant la région centrale, distribueront du courant continu par trois fils, sous deux fois 110 volts, et dont d'autres, dans des quartiers moins denses, distribueraient en courant alternatif, sous 110 volts;

c) A conserver la transformation directe chez l'abonné pour les conditions de force motrice importante, ou de consommation très clairsemée ou encore très irrégulière;

II. — Le régime de tarification qui parait le seul logiq

nente d'environ 1.600 vues artistiques (peintures, eaux-fortes, lithographies, photographies), représentant les sites, monuments et villes, des régions desservies par son réseau.

CHEMINS DE FER DE L'OUEST

VACANCES

Dans le but de faciliter à nos lecteurs le choix d'une villégiature, nous leur rappelons que la Compagnie de l'Ouest dessert toute la Normandie, une partie de la Bretagne, les stations balnéaires de la Manche, du Tréport à Brest et qu'elle met en vente, au prix de 0 fr. 50 l'exemplaire, dans les bibliothèques de ses gares, dans les bureaux de ville et les principales agences de voyages de Paris, un guide illustré de son réseau.

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

EXPOSITION NATIONALE COLONIALE À MARSEILLE

Pour faciliter aux voyageurs la visite de l'Exposition coloniale qui doit avoir lieu à Marseille d'avril à novembre 1906, la Compagnie P.-L.-M. délivrera pour Marseille, dans toutes ses gares, du 20 avril au 15 novembre 1906, des billets d'aller et retour individuels et des billets de famille, à prix très réduits, valables 10 jours, avec faculté de prolongation de deux périodes de 5 jours moyennant supplément.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

La Compagnie vient de mettre en service les « appareils garde-places » dans le train 7 partant de Paris à 9 h. 20 du soir, dans les voitures de 1re classe, directes de Paris à Cette; de Paris à Briançon.

L'emploi de ces appareils assure aux voyageurs, moyennant une taxe de 1 franc par place, la possession indiscutée de la place qu'ils ont choisie dans le train.

La location à l'avance ne peut être demandée qu'à Paris à la gare, ou dans les bureaux succursales de la compagnie, 88, rue Saint-Lazare, 6, rue Sainte-Anne et 45, rue de Rennes.

CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

La Compagnie d'Orléans a organisé dans le grand hall de la gare de Paris-Quai d'Orsay une Exposition permanente d'environ 1.600 vues artistiques (peintures, eaux-fortes, lithographies, photographies), représentant les sites, monuments et villes, des régions desservies par son réseau.

ON DEMANDE

un bon chef de réseau connaissant bien le courant alternatif, pour diriger l'exploitation d'une station centrale distribuant force et lumière. Il faudrait un homme actif pouvant faire un peu de correspondance et de comtapbilité. Bonnes références exigées. S'adresr au bureau du journal, 49, *quai des Grands-Augustins.*

BREVET D'INVENTION

M. Rudhardt, titulaire du brevet français no 312,858, du 20 juillet 1901, pour « **Appareil de protection pour machines et installations électriques** », désirerait traiter avec industriels, en vue de la cession ou de l'exploitation par voie de licence dudit brevet.

S'adresser à Paris, 21, rue de La Rochefoucauld.

ADRESSES UTILES

Avtaine et Cie, 12 *bis*, avenue des Gobelins, Paris. — Mica, Micanite, Papiers isolants, Vernis, etc.

Anciens Etablissements Parvillée frères et Cie, S. A., 56, rue de la Victoire, Paris. — Porcelaines et ferrures pour l'électricité.

Bardon (L.), 61 boulevard National, à Clichy, près Paris. — Lampes à arc.

Belliol et Reiss, 30, rue des Bons-Enfants, Paris. — Fermite n° 2, matière isolante la plus incombustible. Se moule. Lampe à vapeur de mercure.

Bénard, 11, boulevard Montmartre, Paris. — Lampe à arc. — Courant continu et alternatif.

Bernaville (A.), 5, boulevard Saint-Martin, Paris. — Matériel pour traction électrique.

Bliss (E. W. Cº.), 17. rue Huntziger, à Clichy (Seine). — Machines-outils spéciales pour découpage d'induits et de culots de lampes.

Cadiot (E. H.) et Cie, 12, rue Saint-Georges, Paris. — Appareils électriques. — Produits isolants. — Moteurs. — — Ventilateurs. — Charbons. — Appareils de chauffage électrique.

Carbone (Le), 12 et 33, rue de Lorraine, à Levallois. Perret (Seine). — Charbons pour lampes et microphones- — Electrodes pour fours. — Balais en charbon.

Carpentier (J.), 20, rue Delambre, Paris. — Appareils de mesures électriques et magnétiques en tous genres.

Chapuis (Léon) et Cie, 142, rue Lafayette, Paris. — Vulcabeston, isolant électrique en feuilles et pièces moulées.

Chauvin et Arnoux, 186, rue Championnet, Paris. — Instruments de mesure électrique.

Colonial Rubber, 42, rue de Bondy, Paris. — Ebonite.

Compagnie F. A. C. (Fauvin et Amiot), 81, rue Saint-Maur, Paris. — Boites de mesures. — Voltmètres, Ampèremètres, Indicateurs-Chercheurs de pôles.

Compagnie française des accumulateurs électriques « Union », 27, rue de Londres, Paris. — Accumulateurs de toutes puissances.

Compagnie française des Compteurs Aron, 200 quai Jemmapes.

Compagnie française Thomson-Houston, 10, rue de Londres, Paris — Eclairage et traction électriques. — Transmission d'énergie. — Turbines (système Curtis).

Compagnie générale d'électricité de Creil, 27 et 29, rue de Chateaudun, Paris. — Matériel à courant continu et alternatif, mono et polyphasé de toutes puissances.

Compagnie générale d'électricité, 5, rue Boudreau, Paris. — Appareillage et constructions électriques.

Compagnie générale électrique, rue Oberlin, Nancy. — Dynamos et électromoteurs, alternateurs, moteurs, transformateurs, gros appareillage.

Delafon (Ph.), 128, rue de la Convention, Paris. — Piles.

Dr Détourbe, 35, rue de la Roquette, Paris. — Lunettes d'atelier et de route. — Respirateurs.

Dinin (Alfred), 2, quai National, Puteaux (Seine). — Accumulateurs et voitures électriques.

Drouhin, 10, rue Alibert, Paris. — Produits chimiques pour piles.

Electrométrie usuelle, 81, boulevard Voltaire, Paris. — Ampèremètres. — Voltmètres. — Appareils de mesure.

Espir (L.), 11 *bis*, rue de Maubeuge, Paris. — Fils et câbles. — Appareils de laboratoire et de mesure. — Chauffage électrique.

Fontaine (G.) fils, 16, 18 et 20, rue Monsieur-le-Prince, et 24, rue Racine, Paris — Verrerie, produits chimiques, piles électriques.

Genteur (J. A.), 122, avenue Philippe-Auguste, Paris. — Manufacture d'appareils électriques. — Eclairage.

Grille et Cie, 67, rue de la Victoire, Paris. — Chaudières à faisceau basculant et nettoyage automatique.

Guénée (Albert) et Cie, 12 et 14, rue des Bois, Paris. — Appareillage électrique.

Guillebon (P. de), 15, rue de Chateaudun, (Asniérés). — Fabrique d'accumulateurs « d'Oerlikon ».

Heinz, 27, rue Cavé, Levallois-Perret (Seine). — Accumulateurs électriques.

Heller (Richard-Ch.) et Cie, 18, cité Trévise, Paris. — Instruments de mesure. — Appareillage électrique. — Charbons et lampes Siemens. — Appareils pour le chauffage par l'électricité.

Himmelsbach Frères, à Fribourg (Bade). Ad. Seghers, agent général, 7, rue Scribe, Paris. — Poteaux injectés.

Industrie Internationale, 20, rue Saint-Georges. — Isolants et appareillage électrique.

Jacquet frères, à Vernon (Eure). — Accumulateurs, dynamos et moteurs.

Jandus, 35, rue de Bagnolet. — Lampes à arc à longue durée.

Krieg et Zivy, 7, rue Barbès, Montrouge (Seine). Tôles découpées pour dynamos et rhéostats.

Lacoste et Cie, 28, boulevard de Strasbourg. — Instruments de mesure. — Bornes de serrage. — Ventilateurs. — Appareillage.

Lutèce Electrique (La), 9, rue Buffault. — Lampes à arc. — Rhéostats de champ et de démarrage, controllers. — Dynamos, alternateurs, moteurs et transformateurs.

Mambret et Cie, 25, rue de la Montagne-Ste-Geneviève, Paris. — Appareils téléphoniques. Piles à oxyde de cuivre

Martel (Ch.) et Thomas (L.), à Esternay (Marne). — Isolants porcelaine. (Dépôt à Paris, 14, rue de Commines.)

Mildé (Ch.) fils et Cie, 51, 56, 58, 60, rue Desrenaudes (avenue Niel), Paris. — Nouveau signal lumineux électrique. — Indicateur de sonnerie.

Montpellier (Léon) et Cie, 206, rue Lecourbe, Paris. — Décolletage de précision. — Outils à découper. — Aimants. Pièces de forge, etc.

Ohlinger (F.), 65, rue du Faubourg-Saint-Denis Paris. Appareillage, lustres, verrerie, etc. — Ventilateurs.

Paege (B.) et Cº, Berlin NW, 87 (Allemagne). — Electroémail et vernis isolants.

Pataky, 58, rue Lafayette, Paris. — Brevets d'invention (dépôt et exploitation).

Paz et Silva, 55, rue Sainte-Anne, Paris. — Lampe Tantale.

Richard (Jules) ✱, 25, rue Mélingue (ancienne impasse Fessart), Paris-Belleville. — Instruments de mesure. — Appareils enregistreurs.

Roger (Ch.), 35, rue de Tolbiac, Paris. — Ivorine Matière isolante.

Sailly Paul (Electro-céramique), 10, rue Saint-Antoine. — Isolants en porcelaine.

Sautter, Harlé et Cie, 26, avenue de Suffren, Paris. — Eclairage et transport de force. — Transbordeurs électriques.

Schneider et Cie, au Creusot et 42, rue d'Anjou, Paris. — Installations complètes pour la production et l'utilisation de l'énergie.

Société des Établissements Singrün, à Epinal Vosges). — Turbine Hercule.

Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul. — Dynamos, Moteurs, Lampes. — Applications diverses.

Société anonyme de la forêt du Flamand, 9, rue des Tanneries, Bordeaux. — Tuyaux flamands en bois de pin, injectée au sulfate de cuivre ou à la créosote.

Société anonyme pour le travail électrique des métaux, 26, rue Laffite, Paris. Accumulateurs électriques.

Société anonyme des établissements Adt, à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle). — Articles isolants en carton comprimé et laqué.

Société anonyme des anciens établissements Mazeran et Sabron, 247 et 249, avenue de Paris, Saint-Denis-la-Plaine. — Machines et turbines à vapeur. Groupes électrogènes.

Société des anciens établissements Lacarrière, 16, rue de l'Entrepôt, Paris. — Appareils d'éclairage par l'électricité. Installations.

Société anonyme égyptienne d'Electricité, 43, rue du Rocher, Paris. — Transformation des courants. — Permutatrices et alterno-redresseurs « Rougé-Faget ».

Société française de l'accumulateur Tudor, 48, rue de la Victoire, Paris. — Accumulateurs.

Société française d'électricité A. E. G., 42, rue de Paradis, Paris. — Lampes. — Moteurs et ventilateurs. — Locomotives électriques. — Turbines à vapeur.

Société électro-métallurgique française, représentée par M. Dreyfus, 30, rue du Rocher, Paris. — Aluminium. — Câbles en aluminium.

Société industrielle des Téléphones, 25, rue du 4-Septembre, Paris. — Téléphones, Câbles et fils. — Appareillage pour lumière. — Caoutchouc manufacturé.

Ullmann (Jacques), 16, boulevard Saint-Denis, Paris. — Enseignes électriques. — Fournitures générales pour l'électricité. — Voitures électriques.

Vollmer (E.), 60 et 62, rue Van de Weyer, Bruxelles. — Aimants.

Wilhelm (E.) et Muthel (Max), 139, faubourg Saint-Denis, Paris. — Matériel étanche-porcelaine pour l'éclairage extérieur. — Appareils pour tableaux de distribution.

Gazette de l'Électricien

AVIS IMPORTANT

Toutes les communications et lettres relatives à la rédaction de l'Electricien *doivent être adressées à M. J.-A. Montpellier, rédacteur en chef,* 43, *avenue de Saxe, Paris,* 7e.

Tout ce qui concerne l'Administration (abonnements, réclamations, changements d'adresse, annonces, etc.), doit être adressé à la librairie H. Dunod et E. Pinat, 49, quai des Grands-Augustins, Paris. (Téléph. n° 819-38).

M. Montpellier reçoit, 49, quai des Grands-Augustins, le samedi, de 4 à 6 heures.

CHEMINS DE FER DE PARIS LYON-MÉDITERRANÉE

EXPOSITION NATIONALE COLONIALE A MARSEILLE

Pour faciliter aux voyageurs la visite de l'Exposition coloniale qui doit avoir lieu à Marseille d'avril à novembre 1906, la Compagnie P.-L.-M. délivrera pour Marseille, dans toutes ses gares, du 20 avril au 15 novembre 1906, des billets d'aller et retour individuels et des billets de famille, à prix très réduits, valables 10 jours, avec faculté de prolongation de deux périodes de 5 jours moyennant supplément.

CHEMINS DE FER DE L'OUEST

Voyage d'excursions

La Compagnie des chemins de fer de l'Ouest fait délivrer pendant la saison d'été, par ses gares et bureaux de ville de Paris, des billets à prix très réduits permettant aux touristes de visiter la Normandie et la Bretagne, savoir :

1° Excursion au Mont Saint-Michel

Par Pontorson avec passage facultatif au retour par Granville

BILLETS D'ALLER ET RETOUR VALABLES 7 JOURS

1re classe, **47** fr. **70** — 2e classe, **35** fr. **75**
3e classe, **26** fr. **10**.

2° Excursions de Paris au Havre

avec trajet en bateau dans un seul sens entre Rouen et le Havre.

BILLETS D'ALLER ET RETOUR VALABLES 5 JOURS

1re classe, 32 fr. — 2e classe 23 fr.
3e classe, 16 fr. 80.

3° Voyage circulaire en Bretagne

BILLETS DÉLIVRÉS TOUTE L'ANNÉE VALABLES 30 JOURS PERMETTANT DE FAIRE LE TOUR DE LA PRESQU'ILE BRETONNE

1re classe, 65 fr. — 2e classe, 50 fr.

Itinéraire : Rennes, Saint-Malo, Saint-Servan, Dinan, Dinard, Saint-Brieuc, Guingamp, Lannion, Morlaix, Roscoff, Brest, Quimper, Douarnenez, Pont-l'Abbé, Concarneau, Lorient, Auray, Quiberon, Vannes, Savenay, Le Croisic, Guérande, Saint-Nazaire, Pont-Chateau, Redon, Rennes.

Réduction de 40 0/0 sur le tarif ordinaire accordée aux voyageurs partant de Paris, pour rejoindre l'itinéraire ou en revenir.

Pour plus de renseignements, consulter le livret-guide illustré du réseau de l'Ouest, vendu 0 fr. 50, dans les bibliothèques des gares de la Compagnie.

CHEMIN DE FER DU NORD

Bains de mer.

Billets d'aller et retour collectifs pour familles d'au moins quatre personnes, valables 33 jours. (Réduction de 50 0/0 à partir de la quatrième personne.)

partir du 22 décembre 1906, seront valables jusqu'aux derniers trains de la journée du 7 janvier 1907.

Courses de Nice

Tir aux Pigeons de Monaco

BILLETS D'ALLER ET RETOUR DE 1re ET DE 2e CLASSES, A PRIX RÉDUITS

de PARIS

pour CANNES, NICE et MENTON,

délivrés du 3 au 24 janvier 1907

Les billets sont valables 20 jours et la validité peut être prolongée une ou deux fois de 10 jours moyennant 10 % du prix du billet.

Ils donnent droit à deux arrêts en cours de route, tant à l'aller qu'au retour.

de PARIS à NICE :

1re classe : **182 fr. 60**; 2e classe : **131 fr. 50.**

CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

La Compagnie d'Orléans a organisé dans le grand hall de la gare de Paris-Quai d'Orsay une Exposition permanente d'environ 1.600 vues artistiques (peintures, eaux-fortes, lithographies, photographies), représentant les sites, monuments et villes, des régions desservies par son réseau.

Toutes les demandes de changements d'adresse doivent être accompagnées d'une bande et de 50 centimes en timbres-poste.

CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

La Compagnie d'Orléans a organisé dans le grand hall de la gare de Paris-Quai d'Orsay une Exposition permanente d'environ 1.600 vues artistiques (peintures, eaux-fortes, lithographies, photographies), représentant les sites, monuments et villes, des régions desservies par son réseau.

O. E. DE SOUZA-ARAUHA JUNIOR

« Constador » par l'Ecole Polytechnique de Sao-Paulo (Brésil) prie les fabricants de vouloir bien lui adresser leurs *catalogues*, avec prix et remises pour les revendeurs, concernant : instruments techniques, automobiles, machines électriques et à vapeur et leurs matériaux, machines à écrire, papiers, armes, toutes sortes de matériel industriel, etc.

CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

La Compagnie d'Orléans a organisé dans le grand hall de la gare de Paris-Quai d'Orsay une Exposition permanente d'environ 1.600 vues artistiques (peintures, eaux-fortes, lithographies, photographies), représentant les sites, monuments et villes, des régions desservies par son réseau.

ADRESSES UTILES

Alliot (R.) et Rol, 38, rue de Reuilly, Paris. — Fils et cables.

Anciens Établissements Parvillée frères et Cie, S. A., 56, rue de la Victoire, Paris. — Porcelaines et ferrures pour l'électricité.

Ariadne, Charlottenburg, Berlin. — Fils électriques.

Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est, 31, avenue de l'Opéra, Paris. — Applications générales de l'électricité.

Avisine et Cie, 12 *bis*, avenue des Gobelins, Paris. — Mica, micanite, papiers isolants, vernis, etc.

Benoit, 84, rue Oberkampf, Paris. — Chaines Galle et Vaucanson.

Boudreaux (L.), 8, rue Hautefeuille, Paris. — Balais feuilletés pour dynamos. — Porte-balais « Supra ».

Cadiot (E. H.) et Cie, 12, rue Saint-Georges, Paris. — Appareils de mesure électriques. — Machines à rectifier les collecteurs. — Isolants. — Tubes pour canalisation.

Carpentier (J.), 20, rue Delambre, Paris. — Appareils de mesures électriques et magnétiques en tous genres.

Chateau Frères et Cie 125, boulevard de Grenelle Paris. — Télégraphie sans fil, système Rochefort.

Chauvin et Arnoux, 186, rue Championnet, Paris. — Appareils de mesure.

Colonial Rubber, 42, rue de Bondy, Paris. — Ébonite en tous genres.

Compagnie électro-mécanique, 11, avenue Trudaine, Paris. — Matériel Brown, Boveri et Cie. — Turbines.

Compagnie F. A. C. (Fauvin et Amiot), 81, rue Saint-Maur, Paris. — Boites de mesures. — Voltmètres, Ampèremètres, Indicateurs-Chercheurs de pôles.

Compagnie française des accumulateurs électriques « Union », 27, rue de Londres, Paris. — Batteries de toutes puissances et pour usages divers

Compagnie française Thomson-Houston, 10, rue de Londres, Paris. — Eclairage et traction électriques. — Transmission d'énergie. — Turbines (système Curtis).

Compagnie générale d'électricité de Creil, 74, rue Saint-Lazare, Paris. — Matériel à courant continu et alternatif, mono et polyphasé de toutes puissances.

Compagnie générale d'électricité, 5, rue Boudreau Paris. — Isolants et objets moulés.

Compagnie générale électrique, rue Oberlin, Nancy — Dynamos et électromoteurs, alternateurs, moteurs, transformateurs, gros appareillage. — Installation de centrales.

Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, 16 et 18, boulevard Vaugirard Paris. — Compteurs d'électricité, d'eau, de gaz. — Appareils de mesures électriques.

Compteurs d'énergie électrique, système Aron, 200, quai de Jemmapes, Paris.

Comptoir d'électricité, 6, rue Boudreau, Paris. — Matériel électrique Bergmann. — Tubes isolateurs.

Darras (A.), 123, boulevard Saint-Michel, Paris. — Compteurs de tours.

Delafon (J.), 16, rue Popincourt, Paris. — Appareils téléphoniques.

Delaunay-Belleville, à Saint-Denis (Seine). — Générateurs Belleville. — Moteurs à vapeur à grande vitesse.

Détourbe, 35, rue de la Roquette, Paris. — Lunettes d'atelier et de route. — Respirateurs.

Dinin (Alfred), 2, quai National, à Puteaux (Seine). — Accumulateurs et voitures électriques.

Duchange, 21, rue de l'Hirondelle, Paris. — Cristaux et verreries pour éclairage électrique.

Electro-Matériel (L'), 10, rue Béranger, Paris. — Isolants de toute nature.

Electrométrie usuelle, manufacture d'appareils de mesures électriques, 81, boulevard Voltaire, Paris.

Espir (L.), 11 *bis*, rue de Maubeuge, Paris. — Moteurs et Dynamos. — Lampes à arc. — Appareillage. — Tubes d'acier. — Lustrerie. — Appareils téléphoniques. — Sonneries, etc. — Chauffage électrique.

Farcot Frères et Cie, à Saint-Ouen, Paris. — Machines à vapeur, dynamos.

Fulmen, 18, quai de Clichy, Clichy (Seine). — Accumulateurs électriques.

François (L.), Grellou (A.) et Cie, 43, rue des Entrepreneurs, Paris-Grenelle. — Câbles et conducteurs électriques. — Caoutchouc et gutta-percha.

Gabriel et Angenault, 10, rue Gaillon, Paris. — Lampes à incandescence.

Glaenzer et Cie, 35, boulevard de Strasbourg, Paris. — Roulement à billes. — Crochets de suspension pour lampes à arc. — Turbines. — Moteurs électriques, etc.

Grammont (E. C.), à Pont de Chérui (Isère). — Fils et câbles. — Dynamos et transformateurs. — Caoutchouc.

Grille et Cie, 67, rue de la Victoire, Paris. — Chaudières à faisceau basculant et nettoyage automatique.

Guénée (Albert) et Cie, 14 et 16, rue des Bois, Paris — Appareillage électrique.

Guillebon (P. de), 15, rue de Châteaudun, à Asnières. — Accumulateurs d'Oerlikon.

Hamm et Cie (L.), 15, rue de la Banque, Paris. — Ventilateurs et aspirateurs à courant continu et alternatif, mono et polyphasé.

Heinz, 27, rue Cavé, Levallois-Perret (Seine). — Accumulateurs.

Heller (Richard-Ch.) et Cie, 18, cité Trévise. — Appareils de mesures et de précision. — Charbons. — Appareils de distribution pour lumière. — Chauffage électrique.

Himmelsbach Frères, à Fribourg (Bade). **Ad. Seghers**, agent général, 7, rue Scribe, Paris. — Poteaux injectés.

Houry et Filleul-Brohy, 60, rue de Provence, Paris. — Fils et câbles électriques de tous isolements.

Jacquet frères, à Vernon (Eure). — Accumulateurs, dynamos et moteurs.

Jandus, 35, rue de Bagnolet. — Lampes à arc à longue durée.

Lange (F.-A.), 1, boulevard Voltaire, Paris. — Métaux pour la construction des résistances électriques.

L'Industrie internationale, 20, rue Saint-Georges. — Isolants.

Mambret (G.) et Cie, 25, rue de la Montagne-Sainte-Geneviève, Paris. — Postes téléphoniques et microtéléphoniques. Transmetteurs, galvanomètres à haute sensibilité.

Mathe (de la), Gravelle, Saint-Maurice (Seine). — Câbles.

Mestral (G. et P. de), ingénieurs conseils, 21, rue de La Rochefoucauld, Paris. — Dépôt de brevets d'invention, marques, dessins, modèles.

Ollvier et Cie, à Besançon et Ornans (Doubs). — Matériel électrique. — Constructions électriques.

Paege et Cie, Berlin NW. 87. — Laques isolantes et couleurs-émaux inoxydables. — « Electro-Email ».

Pataky, 58, rue Lafayette, Paris. — Brevets d'invention (dépôt et exploitation).

Plancher, Rochat et Cie, 39, avenue Marceau (Courbevoie). — Spécialité de moteurs automobiles électriques.

Paz et Silva, 55, rue Sainte-Anne, Paris. — Lampe Tantale.

Renaud, Levêque et Cie, 37 et 39, rue Jean-Jacques Rousseau, Paris. — Lampes à arc « Excella ».

Richard frères, Jules Richard ✻, successeur, 25, rue Mélingue, Paris. — Instruments de mesure. — Appareils enregistreurs.

Rochefort (O.), 125, boulevard de Grenelle, Paris. — Télégraphie sans fil.

Roger (Ch.), 35, rue de Tolbiac, Paris. — Ivorine.

Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris. - Instruments de mesure. — Téléphonie. — Lampes.

Sailly (Paul), 10, rue Saint-Antoine, Paris. — Manufacture de porcelaines pour l'électricité.

Sautter, Harlé et Cie, 26, avenue de Suffren, Paris. — Éclairage. — Transport de force. — Dynamos à vapeur.

Société des Établissements Singrün, à Epinal. (Vosges). — Turbines Hercule Progrès.

Société anonyme des établissements Adt, à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle). — Articles isolants en carton comprimé et laqué.

Société anonyme égyptienne d'électricité, 43, rue du Rocher, Paris. — Transformation des courants. — Permutatrices et Alterno-redresseurs « Rougé-Faget ».

Société centrale d'électricité et de Lampes à incandescence, 10, rue Taitbout, Paris. — Lampes.

Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Dynamos. Moteurs. Lampes. Applications diverses.

Société française des câbles électriques, système Berthoud-Borel et Cie, 11, Chemin du Pré-Gaudry, à Lyon. — Câbles électriques. — Armatures diverses.

Société française d'électricité A. E. G., 20 et 22, rue Richer, Paris. — Dynamos, alternateurs, lampes, appareillage, moteurs. — Locomotives électriques. — Turbines à vapeur.

Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Constructions électriques. — Câbles électriques. — Caoutchouc. — Pneus.

The India Rubber, 97, boulevard Sébastopol, Paris. — Caoutchouc et gutta-percha. — Câbles et fils électriques.

Tudor (Accumulateurs), 48, rue de la Victoire, Paris.

Ullmann (Jacques), 16, boulevard Saint-Denis, Paris — Ventilateurs électriques. — Voitures électriques.

Vollmer (E), à Bruxelles, 60 et 62, rue Van de Weyer Aimants.

Gazette de l'Électricien

AVIS IMPORTANT

Toutes les communications et lettres relatives à la *édaction de l'Electricien doivent être adressées à* *[. J.-A. Montpellier, rédacteur en chef,* 43, *avenue* *e Saxe, Paris,* 7°.

Tout ce qui concerne l'Administration (abonnements, *éclamations, changements d'adresse, annonces, etc.),* *oit être adressé à la librairie H. Dunod et E. Pinat,* *9, quai des Grands-Augustins, Paris. (Téléph. n° 819-38).*

M. Montpellier reçoit, 49, quai des Grands-Augustins, *; samedi, de 4 à 6 heures.*

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

Voyages circulaires en Italie.

La Compagnie délivre toute l'année, à première demande, la gare de Paris P.-L.-M. ainsi que dans les principales ares situées sur les itinéraires, des billets de voyages circulaires à itinéraires fixes très variés, permettant de visiter les parties les plus intéressantes de l'Italie. La nomenclature complète de ces voyages figure dans le Livret-Guide-Horaire P.-L.-M., vendu 0 fr. 50 dans toutes les gares du réseau.

Exemple d'un de ces voyages : Itinéraire 81. A³ : Paris, Dijon, Mâcon, Aix-les-Bains, Modane, Turin, Milan, Venise, Bologne, Florence, Pise, Gênes, Vintimille, Nice, Marseille, Lyon, Dijon, Paris. — Durée du voyage 60 jours. — Prix : 1re classe : 253 fr. 50; 2e classe : 183 fr. 20.

La Compagnie délivre également toute l'année, dans toutes les gares de son réseau, des livrets de voyages internationaux à itinéraire établis au gré des voyageurs permettant d'effectuer des voyages de France en Italie à prix réduits. L'itinéraire doit ramener le voyageur à son point de départ.

Parcours minimum taxé : 600 kilomètres. — Validité : 45 jours jusqu'à 2000 kilomètres, 60 jours de 2001 à 3000 kilomètres; 90 jours au-dessus de 3000 kilomètres. — Arrêts facultatifs.

Les demandes de livrets internationaux sont satisfaites

PARIS. — E. DE SOYE ET FILS, IMPRIMEURS, 18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES.


Princeton University Library
32101 045750963